

PROJETS DE COMPENSATION ÉCOLOGIQUE, DE RESTAURATION ET DE CONSERVATION ADAPTÉS À LA
RÉALITÉ DES CANAUX HISTORIQUES DE CHAMBLY ET DE SAINT-OURS

Par
Florence Gagnon

Essai présenté au Centre universitaire en formation
en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Madame Karine Lalonde

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Juin 2019

SOMMAIRE

Mots clés : restauration écologique, compensation écologique, conservation, espèces en péril, habitat essentiel, habitat aquatique, Agence Parcs Canada, canaux historiques nationaux, analyse géospatiale, analyse multicritère.

Construits par l'Homme à des fins commerciales au 19^e siècle, les canaux de Chambly et de Saint-Ours ont évolué pour devenir des lieux récréatifs, culturels et d'importance pour les ressources naturelles. Les diverses sources d'informations démontrent que des espèces en péril fréquentent ces sites historiques nationaux, qui sont situés en contexte urbain et agricole. Les interventions d'entretiens courants et réguliers, les travaux d'ampleur et de nouveaux projets impactent les composantes valorisées de l'environnement. En outre, l'Unité des voies navigables au Québec est approchée par des parties prenantes externes afin de mener des études, des inventaires, des projets de lutte aux espèces exotiques envahissantes, etc. C'est donc dans le but de fournir une liste de propositions de projets de restauration écologique allant dans le sens du mandat de l'Agence Parcs Canada de même que des obligations en vertu de la législation fédérale à l'égard des espèces en péril et de l'habitat du poisson que cet essai s'inscrit. Une analyse géospatiale des cadastres en concordance avec les besoins en matière d'habitats et les menaces qui pèsent sur ces espèces dans les secteurs des canaux historiques nationaux de Chambly et de Saint-Ours a été réalisée. Une analyse multicritère a permis d'évaluer les projets adaptés aux espèces et aux cadastres des canaux afin de déceler lesquels sont favorables ou défavorables à leur mise en œuvre. Les multiples volets de la restauration écologique offrent diverses solutions pour atténuer la pression qui pèse sur la biodiversité. Les projets de collaboration, d'éducation et de sensibilisation des riverains, agriculteurs avoisinants et visiteurs, de gestion active, d'ingénierie écologique, de relâchement de pression, de lutte aux espèces exotiques envahissantes et d'acquisition de connaissances proposées dans le cadre de cet essai représentent des opportunités pour l'Unité des voies navigables au Québec et l'Agence Parcs Canada de briller par son implication environnementale tout en respectant son mandat et ses valeurs de conservation des ressources naturelles et culturelles au profit des générations futures. Les projets ayant obtenu un pointage plus élevé sont les suivants : la végétalisation des berges enrochées, la lutte contre certaines colonies de roseaux communs, la plantation d'arbres, l'aménagement d'habitat de thermorégulation et de nidification de tortues, la sensibilisation des riverains, agriculteurs, employés de l'Unité des voies navigables au Québec et visiteurs sur divers enjeux environnementaux, l'augmentation du niveau d'eau en saison hivernale ainsi que l'attribution d'un statut de conservation au Canal-de-Saint-Ours.

REMERCIEMENTS

Tout d’abord, j’aimerais remercier chaleureusement ma directrice d’essai, Karine Lalonde, qui a fait preuve de confiance, de patience et de beaucoup d’empathie envers moi pendant la rédaction de cet essai. Elle a toujours cru en moi malgré les difficultés que j’ai traversées dans ma vie personnelle au cours de la rédaction.

Également, je tiens à remercier de tout cœur ma mère qui a été d’un soutien moral incommensurable tout au long de mon parcours académique. Elle m’a toujours encouragé, respecté et compris à travers toutes les émotions que peut faire vivre l’achèvement d’études supérieures avec un enfant en bas âge. Je peux affirmer que c’est en grande partie grâce à son soutien que je complète mon parcours universitaire dans un domaine qui me passionne à ce jour.

Je tiens aussi à souligner la collaboration de tous les experts consultés dans le cadre de cet essai qui m’ont permis de cerner la problématique ainsi que les enjeux à considérer pour la mise en œuvre de projets de restauration écologique aux canaux de Chambly et de Saint-Ours. En particulier, les membres de l’équipe de livraison de projets du programme d’investissements dans les infrastructures fédérales (IIF) qui ont toujours été présents pour répondre à mes questions et me changer les idées lorsque j’en avais besoin.

Finalement, j’aimerais remercier mon fils, Théodore, qui a été ma source de motivation tout au long de la rédaction de cet essai. Du haut de ses trois ans, il m’a permis de lui offrir une figure maternelle qui va au bout de ses rêves en faisant tout ce qu’elle peut pour « sauver la planète ». En contexte d’une sixième extinction massive des espèces sur Terre, j’espère du plus profond de mon cœur que cet essai permettra d’atténuer les menaces qui pèsent sur les espèces en péril qui fréquentent les canaux historiques nationaux de Chambly et de Saint-Ours et de contribuer au maintien d’une saine biodiversité.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. MISE EN CONTEXTE	3
1.1 Mandat de l'Agence Parcs Canada	3
1.3 Impacts potentiels des travaux sur l'environnement	6
1.4 Services et valeurs écosystémiques	7
1.5 Séquence Éviter-Réduire-Compenser	9
1.6 Mesures compensatoires	10
1.6.1 Ingénierie écologique	10
1.6.2 Relâchement de pression	12
2. CONTEXTE LÉGISLATIF	13
2.1 Gouvernance	13
2.1.1 Environnement et Changements Climatiques Canada	13
2.1.2 Agence Parcs Canada	14
2.1.3 Ministère Pêches et Océans Canada	14
2.1.4 Agence canadienne d'évaluation environnementale	16
2.2 Lois et règlements	17
2.2.1 Loi sur les espèces en péril	17
2.2.2 Loi sur les pêches	21
2.2.3 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale	22
2.2.4 Loi sur la protection de la navigation	24
2.2.5 Loi sur l'Agence Parcs Canada	25
2.2.6 Règlement sur les canaux historiques	25
2.3 Subventions et programmes de financement pour l'environnement	25
2.3.1 Programme de conservation et de restauration de l'Agence Parcs Canada	26
2.3.2 Fonds pour dommages à l'environnement	26
2.3.3 Fonds de la nature du Canada	26
2.3.4 Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril	27
3. PROBLÉMATIQUE	28
4. LIMITATIONS ET CONTRAINTES	29
4.1 Données utilisées	29
4.2 Enjeux aux canaux	29
4.2.1 Expérience et sécurité du visiteur	29

4.2.2 Ressources culturelles et patrimoniales.....	31
4.2.3 Faisabilités technique, économique et sociale.....	31
4.2.4 Contrainte spatiale	32
5. MÉTHODOLOGIE.....	33
5.1 Inventaire : revue de littérature, entrevues et validation terrain.....	33
5.2 Analyse géospatiale	34
5.3 Analyse des besoins des espèces en péril	34
5.4 Critères de sélection des secteurs.....	34
6. ESPÈCES AQUATIQUES EN PÉRIL	35
6.1 Faune ichtyenne	35
6.1.1 Anguille d'Amérique	35
6.1.2 Chevalier cuivré	39
6.1.3 Chevalier de rivière.....	44
6.1.4 Dard de sable	49
6.1.5 Bar rayé.....	51
6.1.6 Fouille-roche gris	53
6.1.7 Menaces communes.....	56
6.1.8 Projets bénéfiques aux espèces ichthyennes découlant des menaces communes identifiées .	62
6.2 Herpétofaune	62
6.2.1 Tortue géographique	62
6.2.2 Tortue-molle à épines.....	67
6.2.3 Tortue serpentine	70
6.2.4 Menaces communes.....	73
6.4 Projets bénéfiques aux espèces multiples	73
7. ANALYSE GÉOSPATIALE ET PROPOSITION DE PROJETS	75
7.1 Canal-de-Chambly	75
7.1.1 Bref historique	75
7.1.2 Description du canal et proposition de projets.....	76
7.2 Canal-de-Saint-Ours	101
7.2.1 Bref historique	102
7.2.2 Description du canal et proposition de projets.....	102
8. ANALYSE MULTICRITÈRE.....	108
8.1 Outil d'analyse ; boussole bernoise.....	108

8.2 Choix de la pondération des dimensions	109
8.3 Analyse des indicateurs	110
8.3.1 Dimension environnementale	110
8.3.2 Dimension sociale	110
8.3.3 Dimension économique.....	110
9. RÉSULTATS.....	112
9.1 Collaboration, éducation et sensibilisation.....	112
9.2 Gestion active.....	113
9.3 Ingénierie écologique.....	115
9.4 Acquisition de connaissances.....	118
9.5 Lutte contre les espèces exotiques envahissantes	118
9.6 Relâchement de pression	119
10. RECOMMANDATIONS.....	127
CONCLUSION	128
RÉFÉRENCES	124
ANNEXE 1 LISTE DES EXPERTS CONSULTÉS	150
ANNEXE 2 CARTOGRAPHIE DES MILIEUX HUMIDES AU CANAL-DE-CHAMBLY.....	152

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Détermination des valeurs associées aux critères.....	8
Tableau 2.1 Catégories de statut du COSEPAC.....	18
Tableau 2.2 Espèces désignées à l'Annexe 1 de la LEP.....	19
Tableau 6.1 Sommaire des caractéristiques et des fonctions de l'habitat essentiel du Chevalier cuivré...	40
Tableau 6.2 Synthèse des menaces pesant sur le chevalier cuivré.....	41
Tableau 6.3 Classification des menaces qui pèsent sur le chevalier de rivière au Québec	44
Tableau 6.4 Fonctions, composantes et caractéristiques biophysiques de l'habitat essentiel pour tous les stades de vie du fouille-roche gris au Québec	51
Tableau 6.5 Menaces pesant sur la population de fouille-roche gris de la rivière Richelieu.....	52
Tableau 6.6 Tableau d'évaluation des menaces sur la tortue serpentine	68

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Diagramme de séquence du processus d'autorisation du MPO des projets dans l'eau	16
Figure 6.1 Répartition de l'anguille.....	34
Figure 6.2 Compteur, barge et vivier en filet au barrage d'Hydro-Québec à Chambly	39
Figure 6.3 Système de dénombrement des passages d'individus	39
Figure 6.4 Habitat essentiel pour la fraie chevalier cuivré au barrage à Saint-Ours.....	40
Figure 6.5 Habitat essentiel pour la fraie du chevalier cuivré au barrage à Chambly	40
Figure 6.6 Habitat essentiel dans le secteur amont de la rivière Richelieu	41
Figure 6.7 Habitat essentiel dans le secteur aval de la rivière Richelieu	41
Figure 6.8 Spécimen chevalier de rivière	45
Figure 6.9 Carte d'occurrences du chevalier de rivière au Québec	46
Figure 6.10 Spécimen dard de sable	49
Figure 6.11 Spécimen dard de sable enfoui	49
Figure 6.12 Limites de la zone contenant l'habitat essentiel désigné du dard de sable dans la rivière Richelieu.....	47
Figure 6.13 Spécimen bar rayé.....	51
Figure 6.14 Spécimen fouille-roche gris	53
Figure 6.15 Habitat essentiel désigné du fouille-roche gris dans la rivière Richelieu.....	55
Figure 6.16 Identification du type de berges au Canal-de-Saint-Ours	58
Figure 6.17 Rive gauche du Canal-de-Saint-Ours à Saint-Roch-de-Richelieu, vue de l'Île Darvard	59
Figure 6.18 Rive gauche du Canal — de-Saint-Ours à Saint-Roch-de-Richelieu, vue du barrage	59
Figure 6.19 Mur béton et absence de bande riveraine.....	60
Figure 6.20 Rampe de mise à l'eau au Canal-de-Saint-Ours	60
Figure 6.21 Dimorphisme sexuel chez la tortue géographique	63
Figure 6.22 Répartition de la tortue géographique au Québec	64
Figure 7.1 Canal-de-Chambly (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018f)	73
Figure 7.2 — Entrée amont du Canal-de-Chambly à Saint-Jean-sur-Richelieu	74
Figure 7.3 Murs de béton dans le secteur Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly	75
Figure 7.4 Enrochement végétalisé dans le secteur Vieux Saint-Jean au Canal-de-Chambly	75
Figure 7.5 – Proposition de projet de création d'habitats à tortues à la halte des Moulins Langelier, secteur Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly.....	76
Figure 7.6 – Proposition de projet de plantation d'arbres à la halte des Moulins Langelier, secteur	

Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly.....	78
Figure 7.7 Secteur de l'île Sainte-Thérèse, pont 9 et 10.....	79
Figure 7.8 Proposition de projets de création d'habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au parc Réjean Malo du Canal-de-Chambly.....	80
Figure 7.9 Proposition de projets de lutte au roseau commun (jaune) et de plantation d'espèces floristiques et de suivi de propagation du roseau commun (brun) à l'embouchure de la rivière aux Iroquois.....	81
Figure 7.10 - Marais au siphon 3 du Canal-de-Chambly	82
Figure 7.11 Image du marais au siphon 3.....	83
Figure 7.12 — Zones d'eau peu profonde et marais entre les îles Sainte-Marie et Sainte-Thérèse, le canal et la rivière Richelieu	84
Figure 7.13 Secteur de l'île Fryer et du lieu historique national du Fort-Sainte-Thérèse.....	85
Figure 7.14 Marécages, marais et eaux peu profondes à l'Île Fryer	86
Figure 7.15 Proposition de projets de création d'habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au secteur Fryer du Canal-de-Chambly	87
Figure 7.16 Talles de phragmites au secteur de l'Île Fryer	88
Figure 7.17 Proposition de projets de création d'habitats de thermorégulation de tortues dans le canal-rivière, au secteur Carignan du Canal-de-Chambly	90
Figure 7.18 Proposition de projets de création d'habitats de nidification de tortues au parc des Menhirs, au secteur Carignan du Canal-de-Chambly	91
Figure 7.19 Proposition de projets de création d'habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au Parc du pont 7, secteur Carignan du Canal-de-Chambly	92
Figure 7.20 Proposition de projets de création d'habitats de thermorégulation de tortues et herbiers aquatiques en amont du pont déposé 5 du Canal-de-Chambly	93
Figure 7.21 Secteur Chambly du Canal-de-Chambly	94
Figure 7.22 Application de terre végétale pour la végétalisation des gabions au Canal-de-Chambly	95
Figure 7.23 Proposition de projets de création d'habitat de thermorégulation et de nidification de tortues ainsi qu'un module pour faciliter la montée, en aval de l'écluse 4 du Canal-de-Chambly	96
Figure 7.24 Secteur stationnement et Île Darvard au Canal-de-Saint-Ours	98
Figure 7.25 Secteur passe migratoire, le barrage et rive Saint-Roch-de-Richelieu au Canal-de-Saint-Ours	99
Figure 7.26 Vue en plan de la passe migratoire multi espèces Vianney-Legendre	100
Figure 7.27 Cartographie des zones inondables au Canal-de-Saint-Ours	102

Figure 7.28 Cartographie des projets au Canal-de-Saint-Ours	103
Figure 8.1 Schéma concentrique du développement durable	105

LISTE DES ACRONYMES

AARQ	Atlas des Amphibiens et des Reptiles du Québec
AIE	Analyse d'impact environnemental
CCME	Conseil canadien des ministres de l'Environnement
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
COVABAR	Comité de Concertation et de Valorisation du Bassin de la rivière Richelieu
CVE	Composantes valorisées de l'environnement
ECCC	Environnement et Changements Climatiques Canada
ERC	Éviter-Réduire-Compenser
IIF	Investissements dans les infrastructures fédérales
IUCN	International Union for Conservation of Nature
LAPC	Loi sur l'Agence Parcs Canada
LCÉE	Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
LEP	Loi sur les espèces en péril
LP	Loi sur les pêches
LPN	Loi sur la protection de la navigation
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques
MFFP	Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs
MPO	Ministère Pêches et Océans Canada
MTQ	Ministère des Transports du Québec

OQLF	Office québécois de la langue française
PÉEE	Processus d'évaluation et d'examen en matière d'environnement
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UVNQ	Unité des voies navigables au Québec

INTRODUCTION

Le néologisme « biodiversité » possède plusieurs définitions. Néanmoins, l'Office québécois de la langue française (OQLF) le définit de la manière suivante : « Ensemble des organismes vivants d'une région donnée, considérés dans la pluralité des espèces, la diversité des gènes au sein de chaque espèce et la variabilité des écosystèmes. » (OQLF, 2015) À ce propos, la diversité naturelle des organismes vivants est inversement proportionnelle à l'empreinte écologique des humains, car cette dernière engendre une perte de la biodiversité (Centre National de la Recherche scientifique, s.d.). Également, l'économie actuelle ainsi que la survie de l'Homme sur Terre reposent entièrement sur une saine biodiversité (Desaigues et Point, 1993). C'est ainsi dire que les humains tirent profit des services écosystémiques d'une biodiversité riche et complexe (Center for disease control prevention, 1996; Weinstein et al., 2015). Par exemple, on pense à la purification de l'air, des sols et de l'eau par les cycles biochimiques et l'activité microbienne (Dupras, 2015). Selon l'Union européenne, les environnements naturels sont incroyablement menacés par les pressions anthropiques et l'urbanisation (2014). Conséquemment, c'est dans le but d'atténuer la dégradation des écosystèmes que le Canada devenait l'un des cent soixante-huit pays signataires de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies en 1992 à Rio de Janeiro (Nations unies, s.d.). Dans son préambule, les Nations Unies rappellent la responsabilité des États vis-à-vis de la biodiversité, sa conservation et son rétablissement. Plus précisément, ils énoncent que les parties contractantes « sont responsables de la conservation de leur diversité biologique », que cette dernière « s'appauvrit considérablement par suite de certaines activités de l'homme » et que la « conservation de la diversité biologique exige essentiellement la conservation *in situ* des écosystèmes et des habitats [...] ». (Nations Unies, 1992)

Dans son rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) énonce que 18 % des espèces vertébrées, soit les poissons, amphibiens, tortues, serpents, oiseaux et mammifères, sont considérées en condition précaire (MDDELCC, s.d.). Plusieurs scientifiques et journalistes tels que Elizabeth Kolbert dans sa monographie « *La sixième extinction* » tirent la sonnette d'alarme quant à une sixième extinction massive de la vie sur Terre (Kolbert, 2015; Union internationale pour la conservation de la nature [UICN], 2004). En effet, les activités humaines dégradent les écosystèmes par le développement d'infrastructures qui fragmente et empiète sur le milieu naturel, par l'industrialisation, les émissions de gaz à effet de serre pour ne nommer que ceux-là (Dobbs et al., 2013 ; Dulac, 2013). Selon la liste rouge de l'UICN de 2018, 40 % des amphibiens, 25 % des mammifères, 34 % des

conifères, 14 % des oiseaux, 31 % des requins et des raies, 33 % des récifs coralliens et 27 % des crustacées sont menacés d'extinction.

Or, chaque pays nomme un ministère responsable de la sauvegarde de cette richesse que représente la biodiversité. Au Canada, parmi les quelque deux cents ministères et organismes fédéraux, c'est Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) qui a le mandat spécifique de protéger et de mettre en valeur les éléments du patrimoine naturel. En vertu de l'article 4, premier alinéa, l'Agence Parcs Canada est une entité sous la responsabilité du ministre de l'ECCC (*Loi sur l'Agence Parcs Canada* [LAPC]). Elle a le rôle de gardienne et de protectrice de l'intégrité de la biodiversité canadienne au nom des Canadiens et pour les générations actuelles et futures. (Agence Parcs Canada, 2018a) Pour remplir ses obligations, le gouvernement canadien a alors adopté l'approche nord-américaine visant à minimiser les dommages sur la biodiversité (Quinty, 2015). L'Agence Parcs Canada a donc la responsabilité d'appliquer la séquence d'atténuation « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) lorsque des projets de construction, de réhabilitation ou de réfection ont des impacts sur les milieux naturels, spécifiquement sur les milieux humides et hydriques (ministère Pêches et Océans Canada [MPO], 2016).

D'une part, les étapes éviter et réduire sont systématiquement appliquées aux projets sur les terres domaniales, car ce sont des activités concrètes liées à un ouvrage en vertu de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (LCÉE). Cependant, la troisième étape, soit de mettre en place des mesures de compensation écologique, est plus rarement mise en place puisque les impacts en milieu aquatique sont souvent temporaires ou négligeables (K. Lalonde, entrevue, 25 octobre 2018). D'autre part, une banque de projets de compensation écologique, de restauration et de conservation peut être utile pour d'éventuels projets de partenariat avec des municipalités, d'autres ministères ou des organismes.

Il importe de mentionner que les canaux sont des milieux dulcicoles anthropiques. En effet, ils ont été façonnés par la main de l'Homme à la fin du dix-neuvième siècle à l'aide d'outils manuels et avec des matériaux inertes tels de l'enrochement. (M. Paradis, entrevue, 15 novembre 2018) Il devient alors plus ardu de caractériser la valeur de cet écosystème et ainsi, compenser les impacts sur la biodiversité présente. Or, certains projets sont en contacts directs avec des habitats essentiels d'espèces aquatiques à statut précaire. De ce fait, la potentialité de la présence des espèces à statut précaire persiste aux canaux (Comité de Concertation et de Valorisation du Bassin de la rivière Richelieu [COVABAR], 2018). Ainsi, toute modification à l'habitat du poisson, soit l'habitat aquatique, pourrait être compensée de manière volontaire ou par obligation légale (N. Vachon, entrevue, septembre 2018).

Dans cette optique, la présente a pour objectif général de proposer une série de projets de compensation écologique, de restauration ou de conservation adaptés à la réalité géospatiale et écosystémique des canaux de Chambly et de Saint-Ours. Pour atteindre ce résultat, les objectifs spécifiques suivants seront étalés : réaliser une revue littéraire des documents disponibles publiquement ainsi que les documents internes portant sur les canaux, sur les mesures compensatoires et sur les espèces en péril fréquentant les canaux de Chambly et de Saint-Ours qui bénéficieraient de ces projets. Aussi, des entrevues de types entrevues téléphoniques, en face à face ou par courriel avec des experts de divers domaines seront menés pour mieux comprendre les enjeux qui encadrent ces canaux. Également, une analyse géospatiale des deux canaux permettra d'évaluer le potentiel des sites pour l'aménagement de projets de restauration écologique, ce qui permettra de réaliser une analyse multicritère, inspirée de la boussole bernoise et des trois composantes du développement durable dans le but de statuer sur la méthode de compensation la plus durable. Finalement, des recommandations concernant la méthode de compensation la plus pertinente selon le type de projets engendrant des impacts seront émises. Dans le cas précis, les projets seront exclusivement aux canaux de Chambly et de Saint-Ours.

1. MISE EN CONTEXTE

Afin de mettre en contexte le présent travail, il sera discuté du mandat de l'Agence Parcs Canada, qui intègre les valeurs que cette entité doit respecter. Ensuite, les impacts potentiels sur l'environnement des travaux ayant lieu aux canaux de Chambly et Saint-Ours sont présentés. Pour continuer, la notion de services et de valeurs écosystémiques la séquence ERC sont exposées afin de cerner la méthode utilisée pour atteindre l'objectif « zéro perte nette » en matière de biodiversité. Pour poursuivre, les catégories de mesures compensatoires sont relatées.

1.1 Mandat de l'Agence Parcs Canada

Agence Parcs Canada est l'entité fédérale qui a le devoir de protéger et de conserver l'intégrité écologique du patrimoine naturel sur le territoire domanial géré par celui-ci (*Loi sur les espèces en péril* [LEP] ; *Loi sur les pêches* [LP]). De surcroît, c'est l'Agence Parcs Canada qui représente le Canada sur la scène internationale à la Convention du patrimoine mondial de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO). Précisément, son mandat est le suivant :

« Au nom de la population canadienne, nous protégeons et mettons en valeur des exemples représentatifs du patrimoine naturel et culturel du Canada, et en favorisons chez le public la connaissance, l'appréciation et la jouissance, de manière à en assurer

l'intégrité écologique et commémorative pour les générations d'aujourd'hui et de demain. » (Agence Parcs Canada, 2018a)

Dans les dernières années, la dégradation de l'environnement bâti, aussi nommé infrastructure grise, s'est accélérée à cause de l'intensification des aléas climatiques (Lemmen, Warren et Lacroix, 2008). Par exemple, l'agglomération de Montréal est confrontée à ces aléas ; l'augmentation des températures moyennes, du nombre de pluies abondantes, de vagues de chaleur, de tempêtes destructrices, de périodes de sécheresse et de crues. (Ville de Montréal, 2017) Considérant le fait que les derniers travaux importants de réfection ayant porté sur les infrastructures grises des voies navigables au Québec remontent à une trentaine d'années, plusieurs infrastructures grises ont subi de la dégradation et nécessitent des travaux de réfection (R. Bernard, entrevue, 18 février 2019).

D'une part, l'Agence Parcs Canada est responsable de faire connaître le patrimoine naturel et culturel aux visiteurs. À cette fin, elle doit encourager les visites afin de créer un sentiment d'attachement et de fierté reliés à ces endroits. D'autre part, elle est aussi responsable de la sécurité des visiteurs, qui est directement reliée à l'entretien de ses infrastructures. Pour bien comprendre l'ampleur de la charge financière en ce qui a trait aux biens mobiliers, l'Agence Parcs Canada est responsable de gérer environ 18 milliards de dollars de bien construits au Canada. (Agence Parcs Canada, 2018b)

1.2 Types de travaux

Des travaux de différentes portées ont lieu aux canaux de Chambly et de Saint-Ours (K. Lalonde, entrevue, 20 février 2019). En effet, l'entretien de certaines infrastructures aux canaux nécessite une récurrence plus assidue contrairement aux travaux majeurs sur les infrastructures et les nouveaux aménagements, qui sont non récurrents et de nature très variée. La distinction entre ces deux types d'intervention est faite dans la présente section.

1.2.1 Travaux majeurs sur les infrastructures et nouveaux aménagements

D'une part, dans le cas d'investissements majeurs sur les infrastructures, des équipes spécifiques à la livraison des projets majeurs sont créées partout au Canada pour répondre à cette nouvelle demande. Tous les parcs nationaux, les aires marines nationales de conservation, les lieux historiques nationaux incluant les canaux historiques nationaux bénéficient de l'investissement et de la remise à niveau de leurs infrastructures (Gouvernement du Canada, 2017 ; Agence Parcs Canada, 2018 c). Par exemple, lors du dernier investissement majeur dans la réfection des infrastructures, plus de 50 millions de dollars ont été

investis pour des travaux de remise à niveau des biens aux canaux de Chambly et de Saint-Ours, géré par l'UVNQ (Gouvernement du Canada, 2015 ; Agence Parcs Canada, 2018d). À ce jour, les travaux de ce programme sont soit achevés, en cours ou en planification pour leur réalisation avant la fin du programme.

L'investissement du gouvernement du Canada dans ses infrastructures a engendré une hausse significative de projets de réfection, réhabilitation ou reconstruction complète depuis 2015. Certes, ils permettent d'améliorer l'expérience des visiteurs, ce qui concorde directement dans le mandat de l'Agence Parcs Canada. Cependant, les impacts potentiels sur l'environnement sont réels. (Agence Parcs Canada, 2018e) Afin d'évaluer l'importance de ces impacts, il est nécessaire de lister toutes les composantes des travaux ainsi les CVE touchées par ces travaux, tel que proposé par le guide sur le processus d'analyse d'impact environnemental (AIE) de l'Agence Parcs Canada (Agence Parcs Canada, 2015a). Au Canal-de-Chambly, les travaux portent sur tous les types d'infrastructures, qu'elles soient terrestres ou marines. Par exemple, les écluses, les bâtiments, les ponts, les passerelles, les digues, les rives, qu'elles soient en gabions, en enrochement ou en murs bétonnés, et le quai fédéral (Agence Parcs Canada, 2017a). Alors qu'au Canal-de-Saint-Ours, les travaux portent sur le barrage, la maison du surintendant et la passe migratoire (SNC-Lavalin 2018 ; UVNQ, 2018). En se basant sur la mise en commun des AIE, les composantes des travaux ayant des effets potentiels sur l'environnement sont les suivantes :

- Enlèvement de végétation incluant l'abattage et le défrichage
- Excavation
- Déblayage et remblayage
- Gestion de sols contaminés
- Pompage d'eau
- Bétonnage et démolition (sciage ou concassage) de béton
- Nettoyage à pression de structures métalliques parfois contaminées au plomb, soit au jet de sable ou au jet d'eau
- Enlèvement de sédiments sur le fond des écluses
- Remise en état des lieux passant par la végétalisation
- Mobilisation et démobilisation

Parfois, des travaux électriques, mécaniques et hydrauliques sont inclus dans les projets lorsque les inspections révèlent qu'ils sont nécessaires (Agence Parcs Canada, 2017b ; Agence Parcs Canada, 2018e).

D'autre part, les nouveaux aménagements initiés tant par des tiers que par l'Agence Parcs Canada représentent également une source d'impacts potentiels sur les CVE. Par exemple, l'installation de tentes o'TENTIK, la construction du Réseau électrique métropolitain, d'un nouveau centre de services aux visiteurs ou d'un nouveau stationnement, l'aménagement d'une nouvelle piste cyclable ou d'un nouveau parc.

1.2.2 Entretien

Concernant les travaux récurrents, ils sont parfois reliés à des contrats saisonniers avec des entrepreneurs externes comme pour la tonte hebdomadaire des surfaces engazonnées et le défrichage des zones nécessitant une coupe en début et en fin d'été pour empêcher la pousse d'arbres, mais pour favoriser les jardins pollinisateurs. D'autres fois, ces travaux sont réalisés par les Services techniques comme l'abaissement du niveau d'eau hivernal et son rehaussement au printemps, l'installation des estacades. On compte aussi l'entretien de la piste cyclable, le graissage de certaines composantes des écluses. (N. Bessette, entrevue, 24 janvier 2019).

1.3 Impacts potentiels des travaux sur l'environnement

Les travaux susmentionnés qui sont menés près de l'eau ont des impacts potentiels sur les CVE. Parmi ceux-ci, on dénombre la dégradation de la qualité de l'eau, de l'air et des sols ainsi que la modification ou la destruction d'habitats fauniques et floristiques, ayant des effets directs sur la biodiversité. En effet, les travaux d'excavation ou d'enlèvement de végétation engendrent la mise à nu de sols meubles qui peuvent être érodés puis transportés jusqu'au plan d'eau. En conséquence, une hausse de turbidité peut engendrer l'envasement, le colmatage ou la destruction des frayères, le retard d'éclosion des œufs, des malformations chez les alevins, une diminution du taux de survie des œufs, la mortalité des larves, un dérèglement des sens visuels et tactiles, l'asphyxie des poissons, l'abrasion des branchies menant à une hausse de maladies (bactéries, champignons et protozoaires), un déficit en ressources alimentaires par la destruction d'herbiers aquatiques et la diminution des invertébrés aquatiques, la modification de la bathymétrie, de la composition physico-chimique du lit du plan d'eau et de la colonne d'eau (ministère Pêches et Océans Canada [MPO] et ministère des Ressources naturelles et de la Faune [MRNF], s.d. ; Vachon, 2003). En outre, l'enlèvement de végétation en rives peut causer une instabilité des sols menant également à l'érosion des berges et à la perte d'habitats de nidification de tortues par exemple.

1.4 Services et valeurs écosystémiques

La notion de service écosystémique importe dans le cadre de cet essai, car les canaux de Chambly et de Saint-Ours se trouvent tous deux en Montérégie, un territoire urbanisé et agricole (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2014). En 2017, Baptiste Regnery évoque que plus les milieux naturels sont rares dans un territoire donné, plus ces milieux sont importants, voire exceptionnels. Cela dit, les services écosystémiques définissent tous les services rendus et bénéfices que soutirent les humains de la biodiversité (Business and Biodiversity Offsets Programme, 2012). Une biodiversité riche et complexe sur le plan de la diversification des organismes qui composent l'écosystème est plus résiliente face aux perturbations (Paquette et Messier, 2016). D'une vision anthropocentrée, les humains ont besoin des milieux naturels, car ils filtrent l'eau, l'air et le sol, régulent le climat, les crues et les maladies, fournissent nourriture, eau, bois et fibres, agissent à titre d'habitats pour la faune et servent de lieux socioculturels, spirituels et récréatifs (Méral et Pesche, 2016 ; Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Également, il est reconnu que chaque espèce a une valeur par son rôle écologique dans l'écosystème, mais aussi pour ses usages possibles, que l'on nomme aussi valeur option (Gouvernement du Canada, 2016).

La valeur des écosystèmes se calcule par l'analyse des six dimensions établies par le Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) illustré au tableau 1.1. La dimension spatiale regroupe les critères de superficie, de connectivité à d'autres milieux naturels, la forme et le type de milieu. La seconde dimension du caractère exceptionnel s'intéresse à la présence d'espèces à statut précaire, l'unicité de l'habitat faunique ou floristique et la rareté relative du type de milieu dans son territoire. La dimension relative à la pérennité et à l'intégrité concerne les critères de perturbations, d'occupation des terres hautes adjacentes, la fragmentation et les espèces exotiques envahissantes. La dimension biotique fait référence à la représentativité et à la richesse spécifique (diversité). La dimension hydrologique se compose de la connectivité hydrologique, de la capacité de rétention - filtration - profondeur de tourbe et la position dans le réseau hydrographique. La dimension abiotique est constituée des critères de drainage et de texture du sol. Finalement, la dimension sociale cible l'attrait esthétique et paysage valorisé, les activités récréatives et les projets de conservation.

Tableau 1.1 Détermination des valeurs associées aux critères (tiré de : Bureau d'audience publique sur l'environnement, s.d.)

Dimensions	Critères	Valeur					Remarques
		1	2	3	4	5	
Spatiale	Superficie totale (1)	< 0,50 ha	0,51 à 4 ha	4,1 à 7,0 ha	7,1 à 10 ha	> 10 ha	La valeur augmente en fonction de la superficie car plus il est grand, plus la contribution de ses fonctions et valeurs écologiques est importante.
	Connectivité au milieu naturel (% dans une bande	< 20%	21-40%	41-60%	61-80%	> 80%	La valeur diminue en fonction de l'intensité des pressions anthropiques autour du milieu.
Caractère exceptionnel	Présence d'espèces menacées ou vulnérables (faune et flore) (3)	aucune occurrence	habitat potentiel pour l'une ou l'autre des espèces	présence d'une ou plusieurs espèces susceptibles	présence d'une ou plusieurs espèces vulnérables ou préoccupantes	présence d'une ou plusieurs espèces menacées	La valeur augmente en fonction de la précarité des EMV présentes.
	Rareté relative (3)	type de milieu représenté à plus de 80% dans le bassin versant (BV)	entre 61-80%	41-60%	21-40%	en deça de 20%	La valeur augmente en fonction de la rareté et du type de milieu sur le territoire du BV.
Fragilité du milieu	Fragmentation (-2)	moins de 20% de la superficie perturbée	entre 21-30%	31-40%	entre 41-50%	plus de 50%	La valeur diminue en fonction de l'intensité des perturbations (densité des sentiers et chemins, drainage artificiel, coupe forestière) versus la
	Espèces exotiques envahissantes (EEE) (-1)	moins de 20% du milieu est recouvert d'une EEE	entre 21-40%	41-60%	61-80%	plus de 80%	La valeur diminue en fonction du pourcentage de recouvrement du EEE.
	Intensité des perturbations anthropiques	nulle ou faible		Moyenne		Forte	La valeur diminue en fonction de l'intensité des perturbations versus la pérennité du milieu.
Dimension biotique	Richesse spécifique	Milieu présentant un seul type d'habitat	Deux types d'habitats	Trois	Quatre	plus de cinq	La valeur augmente avec le nombre d'habitats présents
Dimension hydrologique	Connectivité hydrologique	Aucun fossé ou cours d'eau dans une zone tampon de 30m	Présence d'un cours d'eau d'ordre 1 ou d'un fossé dans une zone tampon de 30m	Ordre 2	Ordre 3	Milieu en contact hydrologique direct avec au moins un cours d'eau ou fossé	La valeur du milieu augmente avec la proximité de liens hydrologiques et l'importance des cours d'eau.
Sociale	Activités récréatives (1)	aucune				Présence d'activités à faible impact environnemental	La valeur augmente avec la présence d'activités récréatives qui témoignent d'une valeur sociale du milieu.
	Existence de projets de conservation	aucun				présence de projets de conservation	La valeur est maximale avec la présence de projet de conservation

Dans le cas qui nous intéresse, soit les écosystèmes des canaux de Chambly et de Saint-Ours, ils sont soumis à une pression intensive des activités humaines dont les principales sont l'agriculture, l'urbanisation, les activités récréatives qui engendrent le piétinement, la fragmentation des habitats, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes (EEE), une pression sur la faune par la présence humaine, etc. Ces environnements sont composés de milieux terrestres, aquatiques et humides riches de ressources fauniques et floristiques appréciées par les visiteurs non seulement pour la navigation, mais aussi pour l'observation d'oiseaux migrants, pour la pêche, la marche et le vélo (Agence Parcs Canada, 2018f). En parallèle, ils sont également fréquentés par divers types de mammifères, de reptiles, d'amphibiens, de crustacés et sont munis d'herbiers aquatiques et autres espèces floristiques d'intérêt (Agence Parcs Canada, 2018e). De ce fait, Regnery affirme dans son livre sur la compensation écologique qu'un environnement naturel dans un territoire urbanisé et aménagé a beaucoup plus de valeurs de conservation (Regnery, 2017). Or, l'évaluation des services et de la valeur écosystémique de ces lieux consistent en une étude en soi et ne seront pas évaluées dans le cadre de cet essai. Néanmoins, certains

critères de cette méthode de calcul seront retenus dans la démarche expérimentale d'évaluation et de proposition de mesures compensatoires, de restauration et de conservation.

1.5 Séquence Éviter-Réduire-Compenser

Adoptée en France pour la première fois en 1976 dans le cadre de la Loi sur la protection de la nature, la séquence ERC s'est déclinée sur le plan international (ministère de la Transition écologique et solidaire, 2017). Ainsi, depuis les années 70, la France exige une :

« action écologique visant à restaurer ou recréer un milieu naturel en contrepartie d'un dommage à la biodiversité provoqué par un projet ou un document de planification. Elle ne porte que sur l'impact résiduel après les mesures d'évitement et de réduction des impacts qui sont prioritaires »
(Commissariat général au développement durable, 2012).

Dans la section suivante qui dresse le portrait du contexte législatif fédéral encadrant les ressources naturelles et les espèces en péril au Canada, il est interdit de causer des dommages sérieux aux poissons (LP). Pour ce faire, la séquence ERC a été primée par le MPO afin de se conformer à la LP et la LEP (MPO, 2016a).

Dans le but d'optimiser le processus de demande d'examen et de réduire les délais de réception de l'avis MPO à la suite d'une demande d'examen en cas de travaux dans l'eau, des recommandations comportant des mesures d'évitement et d'atténuation génériques pour des impacts récurrents ont été rédigées. Plus précisément, ces mesures sont applicables aux différentes étapes ou composantes de projet : planification, contrôle de l'érosion et des sédiments, remise en végétation et stabilisation des berges et du rivage, protection du poisson et utilisation de machinerie. Dans le cas où toutes les mesures pertinentes proposées par le MPO sont intégrées au projet, qu'aucun impact résiduel ne persiste et que les conditions pour être exemptés sont remplies, la demande d'examen n'est pas requise. (MPO, 2016a ; MPO, 2018a) Ainsi, les dommages causés au poisson et à son habitat sont correctement évités et atténués. Qui plus est, un travail de recensement des espèces aquatiques en péril ainsi que des habitats essentiels dans le secteur des travaux doit être effectué en amont. (MPO, 2018b)

Selon Regnery (2017), les mesures compensatoires se catégorisent selon la méthode d'intervention qui peut être passive ou active dans le milieu. La première catégorie concerne les *mesures de relâchement de pressions sur le milieu* qui cible les interventions passives dans le milieu. Cette méthode vise la modification des méthodes de gestion du site afin de libérer la pression des activités anthropiques sur sa biodiversité

et son écosystème. Par exemple, restreindre l'accès touristique et récréatif à certaines zones ou conserver légalement les terrains. La seconde réfère à des *mesures de gestions actives et d'ingénierie écologique* en faisant appel à des actions de réhabilitation ou de restauration d'habitats par des interventions actives dans l'environnement. Par exemple, l'éradication d'espèces exotiques envahissantes, la création de mares ou de zones de nidification, la modification des périodes de fauches, etc.

1.6 Mesures compensatoires

La compensation est un mécanisme qui permet d'équilibrer un impact négatif résiduel d'un projet sur un écosystème et sa biodiversité. Cependant, la compensation d'impacts ne légitimise pas la mise en œuvre de tous les projets. (UICN France, 2011) En vertu de la LEP et des pouvoirs et responsabilités qu'elle confère à ses ministres compétents, si un projet avait de lourds impacts sur une population d'espèce en péril ou sur un milieu naturel exceptionnel, le projet devrait être bloqué malgré l'application de mesures compensatoires. À ce propos, un décret d'urgence en vertu de la LEP visant la protection de la rainette faux-grillon de l'Ouest a été appliqué au projet de développement immobilier en terres privées à Laprairie dans un des derniers habitats de ladite rainette en 2016 (Gouvernement du Canada, 2016). Les mesures compensatoires proposées, jugées acceptables par le gouvernement provincial, avaient été jugées insuffisantes par le fédéral.

Ces mesures compensatoires peuvent s'inscrire dans deux contextes ; légal ou volontaire. En effet, lorsque des projets sur territoire de la couronne ont le potentiel de modifier de manière négative et importante les CVE, la LCÉE requiert la production d'une analyse des effets environnementaux d'un projet. S'ils s'avèrent être importants, le projet ne peut être réalisé seulement que s'il est justifié, revu de manière à réduire les impacts résiduels, s'il s'agit d'une urgence ou d'un risque national. Ces modifications à l'écosystème engendrent des impacts, qu'ils soient directs, indirects ou cumulatifs. Ces effets peuvent donc être équilibrés par un projet de compensation écologique. Les mesures compensatoires se divisent en deux catégories ; les mesures d'ingénierie écologique et les mesures de relâchement de pression (Regnery, 2017).

1.6.1 Ingénierie écologique

L'ingénierie écologique se définit comme l'ensemble des connaissances scientifiques, techniques et pratiques applicables à la gestion des ressources naturelles (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, s.d.). Elle inclut la restauration écologique, qui selon

l'Agence Parcs Canada (2008), se définit par le rétablissement d'un écosystème dégradé, endommagé ou détruit en restaurant les fonctions des écosystèmes et la biodiversité indigène afin de respecter et protéger l'intégrité écologique d'un lieu. En 2002, la *Society for Ecological Restoration International* ajoute la notion d'assistance humaine à l'autorégénération des écosystèmes. Également, l'ingénierie écologique inclut la réaffectation, aussi nommée création par la Direction régionale de l'environnement (2009), qui se définit par le don d'un nouvel usage écologique à un site (Aronson et al., 1993). La restauration et la création passent par des méthodes actives d'intervention, comme des modifications physico-chimiques et biologiques, afin de rétablir ou de donner une fonction, une intégrité et une durabilité à un écosystème. Une restauration écologique efficace, efficiente et engageante se caractérise par la complétion des activités suivantes : l'acquisition de connaissances, la gestion active, la lutte contre les EEE et la collaboration, la sensibilisation et l'éducation.

Acquisition de connaissances

L'acquisition de connaissances fait partie intégrante du volet initial à la planification d'un projet de restauration écologique. Afin de restaurer ou réaffecter de manière efficace et efficiente un environnement, il faut connaître le site et les espèces qui le fréquentent. À cette fin, des caractérisations de milieux et des inventaires d'espèces fauniques doivent être réalisés. Également, des mesures de suivi, de surveillance de populations fauniques et floristiques sensibles pendant les moments importants de migration, de reproduction ou de floraison doivent être mises en place.

Gestion active

La gestion active se définit par le changement de stratégies, de méthodes d'entretien et de procédures opérationnelles pour atteindre les objectifs de restauration ou de création fixés. Ce type de gestion est également adaptatif, car elle doit être revue selon les résultats de la restauration écologique. (Agence Parcs Canada, 2008)

Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

La lutte contre les EEE permet également de restaurer l'intégrité écologique d'un lieu. En effet, les EEE menacent les espèces indigènes en leur faisant concurrence dans leur environnement immédiat et en facilitant l'intégration d'autres espèces indésirables (Agence Parcs Canada, 2008 ; Bovin et Brisson, 2017). Par exemple, au les talles de roseaux communs, *Phragmites australis*, et de renouée du Japon, *Reynoutria*

japonica. Également, les espèces exotiques aquatiques présentes aux canaux comme la tanche et les moules zébrées représentent des menaces potentielles la faune aquatique indigène.

Collaboration, éducation et sensibilisation

La collaboration entre les gestionnaires, les visiteurs, les municipalités, les riverains, les organismes à but non lucratif ainsi que toutes les parties prenantes touchées, concernées et intéressées par un projet de compensation écologique influence la réussite d'un projet. En effet, lorsque tous les acteurs ont une compréhension et une vision communes d'un projet, la responsabilisation personnelle de la réussite du projet est partagée, les intervenants multidisciplinaires sont engagés et s'accroissent les chances de réussite (Biswas, 2018 ; Agence Parcs Canada, 2008). Également, afin de sensibiliser et éduquer les riverains, visiteurs et employés de terrain de l'Agence Parcs Canada aux canaux sur les espèces en péril, de la signalisation, du contrôle de circulation, des produits de communication tels que des affiches informatives peuvent être installés (Agence Parcs Canada, 2016a).

1.6.2 Relâchement de pression

Dans la catégorie des relâchements de pression sur les écosystèmes, il importe de différencier la préservation de la conservation. La préservation fait référence à une absence totale d'intervention dans un milieu donné alors que la conservation des espaces naturels prend en compte la présence humaine dans le milieu (Ville de Saint-Bruno-de-Montarville, 2014). Ainsi, la préservation est une mesure de relâchement totale des pressions sur l'écosystème alors que la conservation tolère une certaine pression sur le milieu. L'analyse géospatiale des canaux permettra de proposer des sites appropriés au relâchement de pression. Par exemple, des milieux humides, des zones adjacentes et des zones boisées.

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

Plusieurs autorités fédérales se partagent la responsabilité d'appliquer les obligations légales qui encadrent la protection des ressources naturelles. Ainsi, la gouvernance fédérale en matière d'environnement est étalée ainsi que les relations entre les entités responsables par les diverses législations. Cependant, les lois et règlements provinciaux ne seront pas traités dans le cadre de cet essai, car l'analyse géospatiale réalisée est exclusivement à l'intérieur des limites du cadastre des terres domaniales. En effet, en se référant au fondement constitutionnel du pouvoir de réglementer dans un domaine, en domaine public appartenant à l'État fédéral, la législation provinciale n'est pas applicable (Bibliothèque du Parlement, 2013 ; *Loi constitutionnelle de 1867*). C'est pourquoi le cadre législatif provincial est exclu du présent essai.

2.1 Gouvernance

Pour mener à bien son mandat de protéger l'environnement, le gouvernement fédéral a séparé les compétences en fonction de deux critères : le type de milieu et quelle entité fédérale qui l'administre. Ainsi, les quatre entités fédérales qui ont compétence en ce qui a trait à la protection des ressources naturelles sur terres et eaux à compétence fédérale sont présentées ci-après. (Gouvernement du Canada, 2018a)

Créé il y a près de 50 ans, ECCC avait cinq mandats initiaux : la protection de l'environnement, les pêches, l'inventaire des terres, des forêts et de la faune, la gestion des eaux et la météorologie. C'est près de dix ans plus tard que le MPO devint une entité fédérale entière et distincte d'ECCC. C'est alors que le nouveau ministère prit en charge le volet « protection des ressources aquatiques ». Au même moment, l'Agence Parcs Canada s'y est jointe en tant qu'agence alors que l'entité existait indépendamment depuis 1911. (ECCC, 2011)

2.1.1 Environnement et Changements Climatiques Canada

À ce jour, le ministère ECCC a plusieurs mandats dont les principaux sont de protéger et conserver les ressources naturelles en luttant contre les changements climatiques, de développer un plan de réduction d'émissions des GES, de traiter l'eau douce en protégeant les bassins versants et de renforcer la protection des espèces en péril pour ne nommer que ceux-là. (Gouvernement du Canada, 2015a)

Également, ECCC est le ministère compétent en ce qui concerne la gestion de toutes les espèces en péril présentes. Lorsque les espèces en péril sont en terres domaniales et ne sont pas déjà gérées par l'Agence Parcs Canada ou par le MPO (LEP), c'est ECCC le ministère compétent. Selon le dictionnaire terminologique du gouvernement du Canada, le *TERMIUM Plus*[®] (2019), le territoire domanial se définit par : « *les terres qui appartiennent à Sa Majesté du chef du Canada et par les eaux intérieures du Canada dans le cas qui nous intéresse* ». Ainsi, les espèces en péril n'étant pas sous la responsabilité du MPO doivent être prises en charge par le ministère de l'ECCC. C'est ce dernier qui doit élaborer et publier des programmes de rétablissement des espèces en péril terrestre et aviaire suite au rapport d'évaluation et de situation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) pour le compte de la ministre. (LEP ; Environnement Canada, 2016)

2.1.2 Agence Parcs Canada

L'Agence Parcs Canada a comme mandat d'assurer la protection et la mise en valeur des ressources naturelles et culturelles à l'intérieur des limites des parcs nationaux, des aires marines nationales de conservation, des lieux historiques nationaux, des canaux historiques nationaux et musées historiques qu'elle administre (LAPC). Sous la responsabilité de l'ECCC, l'Agence Parcs Canada peut donc appliquer sa compétence à l'intérieur des limites des territoires domaniaux susmentionnés. L'Agence Parcs Canada est également responsable d'assurer l'application des règlements listés à l'annexe de la LAPC tel le Règlement sur les canaux historiques. Également, concernant les espèces en péril, l'Agence Parcs Canada est responsable de l'élaboration des programmes de rétablissement, de la gestion et du rétablissement des espèces qui se trouvent principalement sur le territoire relevant de l'autorité de son ministre. Son ministre responsable est membre du Conseil canadien pour la conservation des espèces en péril dont le rôle est d'orienter les activités du COSEPAC. (LAPC, Gouvernement du Canada, 2017a)

2.1.3 Ministère Pêches et Océans Canada

Le ministre du MPO a compétence désignée dans deux lois pour la protection des ressources naturelles. Premièrement, le ministre du MPO est compétent en ce qui concerne les espèces aquatiques en péril en dehors des terres domaniales gérées par l'Agence Parcs Canada. Deuxièmement, le ministre du MPO a le pouvoir d'appliquer la LP.

Concrètement, comme illustré à la figure 1.1, lorsqu'un promoteur veut réaliser un projet en territoire fédéral, il doit d'abord compléter une auto-évaluation. C'est l'agent d'évaluation environnementale, aussi

responsable de la rédaction de l'AIE, qui intègre les mesures recommandées par le MPO visant à éviter les dommages causés au poisson et à son habitat. Par exemple, ces mesures s'appliquent à la planification de l'échéancier du projet, tel qu'éviter les travaux en eau pendant les périodes sensibles de l'ichtyofaune. Elles concernent aussi le contrôle de l'érosion et des sédiments pour éviter toute mise en suspension dans la colonne d'eau, la remise en végétation des berges, la protection du poisson en cas de pompage ou d'utilisation de dynamite. (MPO, 2018b) À la suite de l'intégration des mesures lors de la planification du projet, si l'agent d'évaluation environnementale statue que les conditions des projets qui ne requièrent pas d'examen sont remplies, par exemple que tout impact sur le milieu aquatique et sur le poisson sera évité et que le projet n'inclut pas d'empiétement permanent ou temporaire sous la limite des hautes eaux, le projet n'est pas assujéti à la demande d'examen. Dans le cas contraire, lorsque le projet a le potentiel d'avoir des impacts résiduels, tel un empiétement permanent dans l'habitat du poisson ou toute modification dans un habitat essentiel désigné, il faut alors déposer une demande d'examen. À ce stade, deux possibilités subsistent. Soit le MPO envoie un avis comprenant des mesures d'atténuation et d'évitement supplémentaires ainsi qu'une obligation de les informer en cas de modification au projet, soit le MPO évalue que le projet causera des dommages sérieux au poisson. Dans ce second cas de figure, une demande d'autorisation doit être soumise au MPO. Finalement, le MPO évalue si le projet sera réalisé avec mesures compensatoires ou s'il sera refusé tel que proposé, ce qui induit qu'il nécessite d'apporter des modifications.

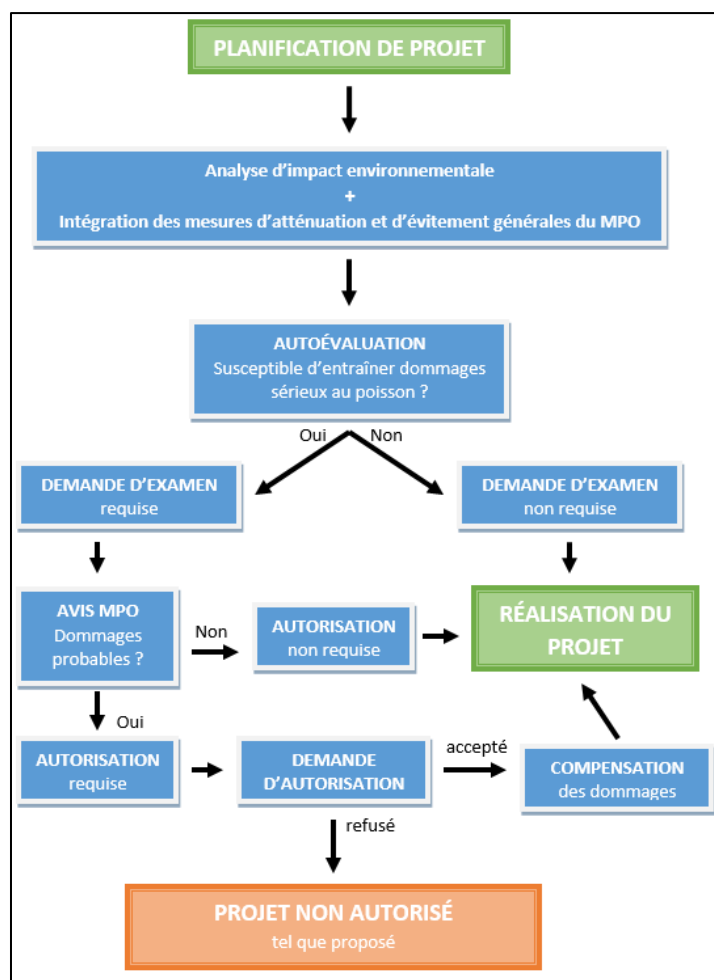


Figure 2.1 Diagramme de séquence du processus d'autorisation du MPO des projets dans l'eau (inspiré de MPO, 2018 c)

2.1.4 Agence canadienne d'évaluation environnementale

L'Agence canadienne d'évaluation environnementale gère le processus d'évaluation environnementale des projets désignés ayant lieu sur les terres domaniales au nom du ministre ECCC et qui ne sont pas gérées par la Commission canadienne de sûreté canadienne ou de l'Office national de l'Énergie (Gouvernement du Canada, 2017b). Les promoteurs déposent à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale la description de leur projet qui doit comprendre toutes les informations contenues dans le Guide de préparation d'une description de projet désigné en vertu de la LCÉE (2012) et cette dernière évalue les effets environnementaux négatifs possibles (Gouvernement du Canada, 2015b).

2.2 Lois et règlements

La présente section s'intéresse au cadre législatif fédéral des milieux aquatiques, des espèces en péril, du processus d'AIE ainsi que toutes autres obligations aux canaux historiques nationaux de Chambly et de Saint-Ours.

2.2.1 Loi sur les espèces en péril

En premier lieu, le processus d'inscription des espèces en péril à la liste officielle, les différents statuts de protection légale des espèces en péril ainsi que les obligations du ministère responsable qui en découlent sont expliqués dans cette section. À travers ces notions, les sujets de programme de rétablissement ainsi que d'habitats essentiels seront également expliqués, car ils impactent directement les obligations légales de l'Agence Parcs Canada. Finalement, la liste des espèces en péril présentes au Québec en vertu de la LEP est étalée.

L'Agence Parcs Canada, le MPO et ECCC sont les trois entités responsables de l'application de la LEP sur les territoires qu'ils administrent en vertu du paragraphe 2 (1) de la LEP. En ce qui concerne les espèces aquatiques en péril qui ne sont pas sur le territoire domanial géré par l'Agence Parcs Canada, le MPO est compétent. En dehors de ces conditions, c'est ECCC qui est le ministre compétent pour toutes les autres espèces en péril, soit les reptiles, les amphibiens, les insectes, les mammifères, les plantes vasculaires et invasculaires (ECCC, 2018 a; ECCC, 2018b ; Environnement Canada [EC], 2015 ; ECCC, 2016a ; ECCC, 2018 c).

Tout d'abord, le COSEPAC est composé de membres possédant une expertise particulière reliée au domaine de la biologie (Gouvernement du Canada, 2019). Il a pour mission d'évaluer la situation des espèces en péril au Canada et d'élaborer des recommandations au ministère compétent concernant leur inscription à l'annexe de la LEP ou la modification de leur statut de protection. Pour parvenir à recommander un statut de protection, plusieurs critères élaborés par l'UICN sont évalués (Lukey et Crawford, 2009). La liste rouge de l'UICN, établie en 1964, est un indicateur critique de l'état de la biodiversité mondiale. Elle guide les recherches scientifiques et sert de source d'information lors de conventions mondiales (UICN, 2018). De plus, ils sont nommés par le ministre, mais ne font pas partie de l'administration fédérale. À la suite de la publication du rapport de situation du COSEPAC sur l'espèce, le gouverneur modifie, par décret et sur recommandation du ministre, la liste des espèces en péril en procédant à l'inscription ou à la reclassification de l'espèce dans les neuf mois suivant la réception du rapport. Cependant, pour les espèces ayant un statut d'espèces menacées ou en voie de disparition, il

s'observe un délai de presque cinq années entre l'évaluation du COSEPAC et l'inscription des espèces (McDevitt-Irwin, Fuller, Grant et Baum, 2015).

Les différentes catégories de statut établies par le COSEPAC sont définies au tableau 2.1. En vertu du paragraphe 37 (1) de la LEP, le ministre compétent est tenu d'élaborer un programme de rétablissement pour toute espèce inscrite comme menacée, en voie de disparition ou disparue du pays. Tel que susmentionné, l'Agence Parcs Canada est l'entité fédérale responsable de la protection et du rétablissement des espèces en péril inscrites à la liste officielle sur les terres qu'il administre en vertu du préambule et du paragraphe 2 (1) de la LAPC. L'Agence Parcs Canada est aussi responsable d'appliquer les mesures pour le rétablissement de l'espèce et de réaliser un ou plusieurs plans d'action tel que spécifié à l'article 47. Également, en vertu du paragraphe 37 (2), si plusieurs ministres compétents sont responsables de l'espèce désignée menacée, en voie de disparition ou disparue du pays, ils doivent collaborer pour élaborer le programme de rétablissement et désigner l'habitat essentiel. Par exemple, lorsqu'une espèce ichtyenne désignée en voie de disparition réalise la fraie et l'alevinage sur le territoire administré par l'Agence Parcs Canada puis l'alimentation en territoire administré par le MPO, ces deux ministres sont responsables de collaborer pour la rédaction du programme de rétablissement. Par la suite, l'article 40 et le paragraphe 41 (1) dictent que le ou les ministres compétents sont tenus de vérifier si le rétablissement est réalisable techniquement et biologiquement. À la suite de cela, l'habitat essentiel est alors désigné dans la mesure du possible. Lorsque l'espèce est désignée préoccupante, le ministre compétent doit élaborer un plan de gestion de l'espèce ou multi espèces dans lequel il contient des mesures concrètes de conservation de l'espèce et de son habitat. Dans ce cas, l'élaboration du programme de rétablissement et la désignation de l'habitat essentiel n'incombent pas au ministre compétent.

Tableau 2.1 Catégories de statut du COSEPAC (tiré de : Gouvernement du Canada, 2017 c)

Statuts	Définitions
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qu'on ne trouve plus à l'état sauvage au Canada, mais qu'on trouve ailleurs.
En voie de disparition (VD)	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir "en voie de disparition" si rien n'est fait pour contrer les facteurs menaçant de la faire disparaître.
Préoccupante (P)	Espèce sauvage qui peut devenir "menacée" ou "en voie de disparition" en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Données insuffisantes (DI)	Catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce sauvage à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce sauvage.
Non en péril (NEP)	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.

En vertu de l'article 56, le ministre compétent peut élaborer des codes de pratiques, des normes et des directives nationales pour protéger l'habitat essentiel. Également, le paragraphe 61(1) établit qu'il est interdit de détruire tout élément de l'habitat essentiel d'une espèce menacée, en voie de disparition ou disparue du pays. Selon les données de cartes ouvertes du gouvernement du Canada, trois habitats essentiels côtoient le Canal-de-Chambly ; du chevalier cuirré, du fouille-roche gris et de la tortue-molle à épines (Gouvernement du Canada, s.d. a ; ECCC, 2018b ; MPO, 2012 ; MPO, 2013b). Pour ce qui est de Saint-Ours, les habitats essentiels du dard de sable, du chevalier cuirré et du fouille-roche gris cohabitent (Gouvernement du Canada, s.d. b ; MPO, 2014 ; Environnement Canada, 2015).

Au Québec, dix espèces de poissons, trois espèces d'amphibiens et neuf espèces de reptiles sont désignées en péril en vertu de la LEP (tableau 2.2). Cependant, toutes ces espèces ne retrouvent pas les caractéristiques essentielles ou convenables à la réalisation de l'un ou plusieurs stades de vie à l'intérieur des cadastres des canaux de Chambly et de Saint-Ours. C'est pourquoi l'inventaire des observations et occurrences, des pêches expérimentales, l'analyse des besoins de chacune des espèces en les caractéristiques des habitats de chacune des espèces doivent être prise en considération dans le cadre de cette analyse.

Tableau 2.2 Espèces désignées à l'Annexe 2 (tiré de Gouvernement du Canada, s.d. c)

Nom commun	Nom scientifique	Famille	Statut COSEPAC	Statut LEP
Rainette faux-grillon de l'Ouest	<i>Pseudacris triseriata</i>	Amphibiens	Menacée	Menacée
Salamandre pourpre	<i>Gyrinophilus porphyriticus</i>	Amphibiens	Menacée	Menacée
Salamandre sombre des montagnes	<i>Desmognathus fuscus</i>	Amphibiens	En voie de disparition	Menacée
Bar rayé	<i>Morone saxatilis</i>	Poissons	En voie de disparition	Disparue du pays
Brochet vermiculé	<i>Esox americanus vermiculatus</i>	Poissons	Préoccupante	Préoccupante
Chabot de profondeur	<i>Myoxocephalus thompsonii</i>	Poissons	Préoccupante	Préoccupante
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	Poissons	En voie de disparition	En voie de disparition
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	Poissons	Préoccupante	Préoccupante
Cisco de printemps	<i>Coregonus sp.</i>	Poissons	En voie de disparition	En voie de disparition
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	Poissons	Menacée	Menacée
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	Poissons	Non active	Menacée
Lamproie du Nord	<i>Ichthyomyzon fossor</i>	Poissons	Préoccupante	Préoccupante
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	Poissons	Préoccupante	Préoccupante
Couleuvre mince	<i>Thamnophis sauritus</i>	Reptiles	Préoccupante	Préoccupante
Couleuvre tachetée	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Reptiles	Préoccupante	Préoccupante
Tortue des bois	<i>Glyptemys insculpta</i>	Reptiles	Menacée	Menacée
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	Reptiles	Préoccupante	Préoccupante
Tortue molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>	Reptiles	En voie de disparition	Menacée
Tortue mouchetée	<i>Emydoidea blandingii</i>	Reptiles	En voie de disparition	Menacée
Tortue musquée	<i>Sternotherus odoratus</i>	Reptiles	Préoccupante	Préoccupante
Tortue ponctuée	<i>Clemmys guttata</i>	Reptiles	En voie de disparition	En voie de disparition
Tortue serpentine	<i>Chelydra serpentina</i>	Reptiles	Préoccupante	Préoccupante

En vertu de l'article 73, le ministre compétent peut autoriser une activité qui touche une espèce inscrite ou son habitat dépendamment de la nature de cette dernière. Le paragraphe (2) édicte qu'elle doit consister soit à des recherches scientifiques sur sa conservation, soit à une activité qui profite à l'espèce et à l'augmentation des chances de survie ou une activité qui ne touche l'espèce que de façon incidente et des conditions préalables comme l'analyse de solutions de rechange et d'atténuation des impacts sont listées au paragraphe (3). Par exemple, dans le cadre de la mise en œuvre du programme de rétablissement du chevalier cuivré au Canal-de-Saint-Ours, le MFFP en collaboration avec l'Université McGill réalisent des pêches ciblées sur l'espèce désignée en voie de disparition afin de procéder à la

reproduction artificielle de l'espèce et de mener une étude sur l'exposition des œufs et larves de chevaliers aux différents contaminants (Vachon, 2018a). Pour concrétiser ce projet, un permis conjoint a été délivré par l'Agence Parcs Canada et MPO, car l'activité correspond à la définition d'une activité visée en vertu du paragraphe 73(2) (C.-V. Lussier, entrevue, 17 octobre 2018 ; Vachon, 2018a).

2.2.2 Loi sur les pêches

La LP a pour objectif d'éviter tous dommages sérieux aux poissons, mollusques, crustacés et mammifères marins. Pour ce faire, la LP réglemente l'industrie de la pêche en protégeant l'habitat du poisson et en interdisant la pollution en vertu des articles 34 à 41 inclusivement (Moreira, 2016). Le ministre responsable de son application et l'objectif de la loi en expliquant les notions de dommages sérieux, d'habitat du poisson et de substances nocives sont présentés. Ensuite, le processus d'autorisation requis est précisé.

En vertu du paragraphe 2(1) de la LP, le MPO est le ministre responsable de l'application de ladite loi ainsi que des règlements connexes.

Globalement, le but de la LP est de protéger la faune ichthyenne ainsi que son habitat, car il a été reconnu aux yeux de la loi en 1868 que les activités de pêches saines et durables dépendent entièrement d'un habitat sain du poisson (MPO, 2013a). En vertu du paragraphe 2(2) de la LP, les dommages sérieux représentent toutes activités « engendrant la mort de tout poisson ou la modification permanente ou la destruction de son habitat ». Ces dommages sérieux aux poissons visés par une pêche commerciale, récréative ou autochtone ou à tout poisson dont dépend une telle pêche sont interdits pour toute exploitation d'un ouvrage ou d'une entreprise ou la réalisation d'une activité en vertu du paragraphe 35(1). En contrepartie, des exceptions sont listées au paragraphe 35(2) et permettent d'exercer une des trois activités susmentionnées.

En vertu de la définition légale au paragraphe 2(2) de la LP, l'habitat du poisson se définit par toute aire dont les poissons dépendent directement ou indirectement pour survivre. Les frayères, les aires d'alevinage, de croissance, d'alimentation et routes migratoires représentent ces aires de survie. Les canaux sont des voies d'eau de nature anthropique et correspondent aux critères de l'habitat du poisson, car ils sont utilisés par la faune aquatique (COVABAR, 2018). Cependant, certains analystes du MPO peuvent exclure le canal en condition hivernale comme habitat du poisson, car le niveau d'eau est inférieur au niveau minimal nécessaire (C.-V. Lussier, entrevue, 22 mars 2019).

L'alinéa 34 (1) a) de la LP définit une substance nocive comme toute substance qui altère ou est susceptible d'altérer la qualité de l'eau une fois introduite, pouvant nuire aux poissons ainsi qu'aux humains qui jouissent des services que les poissons peuvent offrir telle la consommation. Le paragraphe 34(2) précise que des catégories de substances, des concentrations ainsi que des produits une fois introduits dans l'eau deviennent nocifs peuvent être réglementés par le ministre. Dans le cadre des projets majeurs aux canaux, les effluents majeurs sont les rejets d'eau avec une forte concentration en matières en suspension (MES). Le contrôle des sédiments et de l'érosion est une composante primordiale pour éviter et atténuer les rejets d'eau riche en MES et l'altération de la qualité de l'eau du milieu récepteur (Gouvernement du Québec, s.d.). Au Canada, l'énoncé circonstancié des recommandations du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) pour la qualité des eaux établit la limite à une augmentation maximum de 8 microgrammes par litre ($\mu\text{g/L}$) du niveau de teneurs de fonds naturelles pour une courte exposition de 24 heures et de 2 $\mu\text{g/L}$ pour une exposition à plus long terme à l'effluent turbide, soit 30 jours environ (CCME, s.d.).

Le MPO est responsable de la délivrance des autorisations en vertu de l'alinéa 35 (2) b) de la LP. Par exemple, au Canal-de-Saint-Ours, une autorisation a été émise par le MPO en 2000 pour la construction de la passe migratoire Vianney-Legendre (MPO, 2000a). Cette construction modifiait l'habitat en engendrant une perte permanente dans l'habitat du poisson, ce qui contrevient au paragraphe à la LP. Cependant, le projet correspond aux critères du paragraphe 20(1) concernant les passes migratoires lorsqu'un obstacle brime le libre passage des poissons. Alors, il s'avérerait de la responsabilité du propriétaire de l'obstacle, ici l'Agence Parcs Canada étant le propriétaire du barrage, de construire une passe à la demande du ministre.

2.2.3 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale

Le Processus d'évaluation et d'examen en matière d'environnement (PÉEE) ainsi que le Bureau fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement furent créés en 1974. Ce n'est que dix ans plus tard, en 1984, que le Décret sur les lignes directrices visant le PÉEE fut adopté, et onze ans plus tard, en 1995, que la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (LCÉE) fut proclamée, ce qui mena à la création de l'Agence canadienne pour l'Évaluation environnementale. Plusieurs modifications ont été apportées à la première version de la LCÉE. La première en 2003, la seconde en 2010 puis la troisième en 2012. Une quatrième version modifiant la LCÉE 2012 est actuellement en processus d'adoption pour la LCÉE 2018.

L'article 5 de la LCÉE définit ce que sont des effets environnementaux pour l'application de la présente loi. De ce fait, les changements susceptibles de se produire aux composantes de l'environnement sont les suivants : les poissons et leur habitat, les espèces aquatiques, les oiseaux migrateurs et toute autre composante de l'environnement mentionnée à l'annexe 2 de la LCÉE (*LP; LEP; Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*) ainsi que tous changements qui risquent d'être causés à l'environnement sur le territoire domanial.

Les quatre alinéas de l'article 15 de la LCÉE établissent que les autorités responsables de son application dépendent du type de projets désignés ou d'activités concrètes. Les trois principales entités responsables sont la Commission canadienne de sûreté nucléaire lorsque les projets sont régis par la Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires, l'Office national de l'énergie pour des activités reliées à la Loi sur l'Office national de l'énergie ou la Loi sur les opérations pétrolières au Canada et l'Agence canadienne d'évaluation environnementale. Cependant, en vertu de l'article 67, l'autorité peut réaliser un projet sur un territoire domanial seulement si elle décide que le projet n'est pas susceptible d'entraîner des effets environnementaux négatifs importants. Donc, l'Agence Parcs Canada est responsable de l'application de la LCÉE pour les travaux à l'intérieur du cadastre des canaux historiques nationaux du Québec.

C'est dans le but de protéger les ressources naturelles sur les terres administrées par la couronne des effets environnementaux négatifs lors de projets désignés que la LCÉE a été rédigée. Pour mener à bien la protection de l'environnement dans un contexte de projet non désigné en territoire fédéral, l'article 67 de la LCÉE prescrit que l'autorité ne puisse réaliser un projet sur un territoire domanial si ce dernier est susceptible d'entraîner des effets environnementaux négatifs importants. En vertu de l'article 66 de la LCÉE, un projet se définit par : « Activité concrète qui est réalisée sur un territoire domanial ou à l'étranger, est liée à un ouvrage et n'est pas un projet désigné ». Ainsi, tous projets aux canaux en lien avec des infrastructures ou des biens bâtis sont assujettis à l'article 67 de la LCÉE. C'est pourquoi l'UVNQ et les équipes de livraison de projets majeurs ont l'obligation de mener à bien ces projets en n'engendrant aucun effet environnemental négatif important. L'Agence Parcs Canada a développé ses propres mécanismes d'application de l'article 67 de la LCÉE, soit des AIE de base ou détaillées ainsi que des pratiques exemplaires de gestion (Agence Parcs Canada, 2015a). Ces études permettent de cerner les impacts des travaux sur les CVE et de les minimiser par des mesures d'évitement et d'atténuation spécifiques à chaque impact. (Agence Parcs Canada, 2015a)

Bien que les travaux majeurs et les travaux courants n'entraînent pas d'effets environnementaux négatifs importants, ils peuvent parfois engendrer des effets permanents ou cumulatifs. Par exemple, une modification d'habitat ou un empiètement sous la ligne des hautes eaux. C'est pourquoi il est pertinent d'avoir une banque de projets compensatoires, de restauration ou de conservation qui permettrait d'équilibrer la pression sur les CVE.

2.2.4 Loi sur la protection de la navigation

Entrée en vigueur en 2014, la Loi sur la protection de la navigation (LPN) résulte de multiples modifications d'une des plus anciennes lois au Canada ; la Loi sur la protection des eaux navigables (Gouvernement du Canada, 2014). Les travaux majeurs ainsi que tous travaux aux canaux ayant un empiètement dans le plan d'eau navigable sont soumis à la LPN.

En vertu des définitions à l'article 2 de la LPN, le ministre des Transports, ici Transport Canada, est responsable de son application.

Cette loi a pour objectif principal de protéger le droit du public à la navigation sans entraves en assurant un équilibre entre la construction d'infrastructures entravant la navigation comme des ponts et des barrages et la navigation (Transport Canada, 2016a). Pour y arriver, l'article 3 de la LPN interdit de construire, mettre en place, modifier, réparer, reconstruire, enlever ou déclasser un ouvrage dans les eaux navigables à moins d'obtenir une autorisation de Transport Canada.

Pour mener à bien les travaux qui entravent partiellement ou totalement la navigation aux canaux, une demande d'avis d'ouvrage doit être envoyée à Transport Canada. L'analyste examine le projet, à savoir s'il entrave sérieusement le libre passage sur l'eau navigable puis accepte ou refuse de délivrer l'approbation. L'abaissement du niveau d'eau hivernal ne fait pas partie des activités nécessitant une demande d'avis d'ouvrage, car le canal est fermé de la mi-octobre à la mi-mai. Cependant, certains travaux effectués en période estivale peuvent nécessiter un empiètement dans le chenal de navigation. Ainsi, une demande d'avis d'ouvrage doit être envoyée à Transport Canada avec les documents à l'appui tels que les renseignements sur l'emplacement de l'ouvrage, sur l'utilisation du plan d'eau, sur le projet, description des travaux ainsi que sur l'examen environnemental (Transport Canada, 2016b).

2.2.5 Loi sur l'Agence Parcs Canada

Sanctionnée en 1998, la Loi sur l'Agence Parcs Canada (LAPC) proclame la création d'une agence distincte, l'Agence Parcs Canada, qui était auparavant un programme faisant partie du ministère du Patrimoine canadien. En vertu de la définition de ministre au paragraphe 2(1) et du paragraphe 4(1) de la LAPC le ministre de l'Environnement, soit ECCC, est responsable de son application ainsi que de l'Agence Parcs Canada. Le préambule de la LAPC précise que l'Agence Parcs Canada a pour mission de protéger de manière durable les ressources naturelles et patrimoniales du pays afin d'accroître le sentiment de fierté chez les Canadiens. Les canaux historiques nationaux du Québec correspondent à la catégorie des autres lieux patrimoniaux protégés en vertu de l'alinéa 2(1)a) de la LAPC. Les articles 6, 6.1 et 7 confèrent la responsabilité de la mise en œuvre des lois et règlement listés à l'annexe, incluant le *Règlement sur les canaux historiques*.

2.2.6 Règlement sur les canaux historiques

Le *Règlement sur les canaux historiques*, enregistré en 1993, concerne la gestion, l'entretien, le bon usage et la protection des canaux historiques nationaux administrés par l'Agence Parcs Canada listés à l'annexe I. Tel que susmentionné, l'Agence Parcs Canada est l'entité fédérale responsable de l'application dudit règlement. En vertu de l'article 4, l'Agence Parcs Canada doit fermer ou restreindre l'accès à certaines zones des canaux pour protéger la faune, ses œufs ou son habitat. En vertu de l'article 11 du même règlement, l'Agence Parcs Canada doit protéger les ressources naturelles, qui se définissent par les ressources pédologiques, minérales, fossiles, floristiques et toute autre matière naturelle. L'article 51 précise que l'Agence Parcs Canada peut appliquer une amende de 400 \$ à toute personne contrevenant aux dispositions du règlement.

2.3 Subventions et programmes de financement pour l'environnement

Malgré la bonne volonté environnementale des unités de gestion et des chargés de projets, le volet économique des projets de compensation, de conservation et de restauration peut représenter un frein à la mise en œuvre de ces derniers. Ainsi, la réalisation de ces projets est facilitée avec le soutien de programme de financement ainsi que des subventions. Dans le domaine environnemental, le gouvernement du Canada a développé des programmes, subventions et fonds que ce soit pour l'atteinte d'objectifs mondiaux ou nationaux. (Gouvernement du Canada, 2018b)

2.3.1 Programme de conservation et de restauration de l'Agence Parcs Canada

Le programme de conservation et de restauration, surnommé programme CoRe, a pour objectif de mettre en œuvre des projets visant à protéger l'intégrité écologique des lieux administrés par l'Agence Parcs Canada, à rétablir les espèces en péril, appuyer la biodiversité et conserver les écosystèmes. Par exemple, les travaux d'amélioration de la passe migratoire multi espèces Vianney-Legendre au Canal-de-Saint-Ours sont financés par CoRe. Ce financement permet de mener des études et des simulations, d'embaucher des firmes de génie-conseil lorsque nécessaire pour développer des projets d'ingénierie écologique tels que la réduction du phénomène de tourbillons dans les bassins 8 et 13 de la passe migratoire Vianney-Legendre. (Gouvernement du Canada, 2018 c ; Agence Parcs Canada, 2018g)

2.3.2 Fonds pour dommages à l'environnement

Ce fonds investit l'argent provenant des sanctions pécuniaires dans des projets pour restaurer l'environnement, conserver la faune et les habitats, mettre de l'avant des projets de recherches et développement, éduquer et sensibiliser la population. Les agences et ministères fédéraux ne sont pas admissibles, mais sont encouragés à collaborer avec des ONG, universités, organisations autochtones et gouvernements provinciaux, territoriaux et municipaux pour faire une demande de financement. (Gouvernement du Canada, 2018d)

2.3.3 Fonds de la nature du Canada

Ce fonds se divise en deux volets ; espaces et espèces en péril. En premier lieu, le volet espace vise à atteindre l'objectif 1 du Canada, soit la protection de 17 % des terres et eaux douces intérieures canadiennes (Conservation 2020 Canada, s.d.). En effet, c'est en réponse aux 20 objectifs mondiaux d'Aichi du plan stratégique pour la biodiversité adoptée en 2010 lors de la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique que le Canada a développé des buts et objectifs canadiens pour la biodiversité d'ici 2020 (Gouvernement du Canada, 2017d). Donc, un programme de financement nommé en route vers l'objectif 1 du Canada a été développé pour l'atteinte de ce premier objectif. En second lieu, le Fonds de la nature du Canada pour les espèces aquatiques en péril » cherche à financer les activités qui ont pour objectif d'améliorer la qualité de l'eau, des habitats des espèces aquatiques en péril, la gestion des espèces exotiques en péril et de favoriser les partenariats. (MPO, 2019)

2.3.4 Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril

Ce programme a pour but d'atteindre les objectifs de rétablissement des espèces en péril inscrites à l'annexe 1 de la LEP. Le gouvernement fédéral n'étant pas admissible à ce programme, la collaboration avec une ONG, un groupe communautaire, un particulier, établissement d'enseignement, administration municipale permet d'accéder au financement. Ce dernier varie entre 25 000 \$ et 100 000 \$ et s'applique aux projets qui ciblent les espèces inscrites en voie de disparition, préoccupantes ou menacées à l'annexe de la LEP. (Gouvernement du Canada, 2018 c)

3. PROBLÉMATIQUE

Selon divers inventaires, plusieurs espèces en péril ont été recensées aux canaux de Chambly et de Saint-Ours (CDPNQ, 2017 ; COVABAR, 2017 et 2018 ; MFFP, 2015). De ce fait, des travaux majeurs ou d'entretiens courants impactent ces espèces en modifiant leur habitat. Situés en milieu urbanisé et agricole, les canaux représentent un environnement naturel intéressant pour ces espèces, car ils se trouvent à l'intérieur d'un territoire fortement aménagé. En outre, certaines activités essentielles à la survie d'espèces en péril inscrites au fédéral et/ou au provincial se réalisent à l'intérieur des cadastres des canaux de Chambly et de Saint-Ours. Ainsi, l'absence d'une analyse du territoire pour y aménager des projets compensatoires de ces travaux de réfection et d'entretien des infrastructures, de restauration d'environnement naturel ou de conservation dans un contexte de pressions sur les milieux naturels uniques que représente les canaux de Chambly et de Saint-Ours cerne la problématique principale. De surcroît, il est possible que des parties prenantes, comme le COVABAR ou un promoteur, communiquent avec le Canal-de-Chambly afin d'y mener des projets de compensation ou de restauration. Dans ce cas, toutes éventuelles sollicitations pour des collaborations afin d'accueillir des projets de compensation écologique d'une partie prenante avoisinante représentent une problématique secondaire à laquelle cet essai répond.

4. LIMITATIONS ET CONTRAINTES

Cet essai est limité par les données utilisées ainsi que par les enjeux aux canaux. En effet, l'analyse est basée sur les informations disponibles publiquement ainsi que celles récoltées par les ressources internes à l'Agence Parcs Canada.

4.1 Données utilisées

Les informations concernant les espèces fauniques aquatiques et semi-aquatiques aux canaux sont basées sur le CDPNQ, le MFFP, les inventaires internes et les activités de sauvetage de faune ichthyenne dans le cadre de travaux résultant de mise en place de mesures d'atténuation identifiées dans des AIE. Les données du CDPNQ ne sont pas toujours à jour lorsqu'elles sont caractérisées d'historique ou disparue. Cependant, elles ont été utilisées même si elles étaient considérées historiques, mais non lorsqu'elles étaient traitées disparues. Ainsi, l'actualisation des informations en ce qui a trait aux habitats et aux espèces qui fréquentent les canaux est une limite.

En ce qui concerne les visites des milieux aquatiques et humides en saison hivernale, les conditions ne sont pas optimales pour faire état du type de milieu et pour faire des observations. En effet, le niveau d'eau en hiver n'est pas représentatif du niveau d'eau en période d'alevinage et de fraie à l'été. Également, le repérage d'espèces fauniques est une activité plus ardue, car les reptiles et amphibiens sont en hibernation, enfouis sous les sédiments ou dans un hibernacle terrestre, alors que les poissons fréquentent les profondeurs et peuvent entrer en léthargie, presque immobiles au fond du plan d'eau et sous une épaisse couche de glace et de neige. Ainsi, certaines informations sont basées sur des visites d'inspections réalisées antérieurement ainsi que sur des photos.

4.2 Enjeux aux canaux

Plusieurs enjeux aux canaux doivent être pris en compte lors de la conception, de la planification et la mise en œuvre de projets compensatoires. Par exemple, la sécurité et l'expérience des visiteurs, les ressources culturelles et patrimoniales, les faisabilités technique, économique et sociale et l'entretien.

4.2.1 Expérience et sécurité du visiteur

Comme mentionné dans la mise en contexte, la mission de l'Agence Parcs Canada comporte le volet de mise en valeur des ressources naturelles afin de favoriser sa connaissance, son appréciation et sa jouissance des visiteurs. De ce fait, les visiteurs ainsi que leur sécurité et leur expérience occupent une

place importante dans la prise de décision pour la gestion des lieux. Ceci se reflète dans le Plan directeur 2018 du Canal-de-Chambly dont les trois stratégies ont les cibles d'augmentation du niveau de satisfaction des visiteurs ainsi que leur nombre (Agence Parcs Canada, 2018f). D'ailleurs, plus de 300 000 visiteurs ont fréquenté les berges, les événements ainsi que les eaux du Canal-de-Chambly à la saison estivale 2017 (Agence Parcs Canada, 2019a). Pour sa part, le Canal-de-Saint-Ours a accueilli plus de 35 000 visiteurs à la saison 2017 (SNC-Lavalin inc., 2018). Une partie de ces visiteurs naviguent les eaux des canaux alors que d'autres sont des piétons ou cyclistes qui fréquentent les canaux pour y observer la faune et la flore (Les Amis du Canal-de-Chambly, s.d.). De ce fait, les espèces exotiques envahissantes comme le roseau commun, *Phragmites australis*, représentent une menace à ses activités. En effet, le roseau commun envahit les fossés, les milieux humides et les talus créant une colonie dense et monospécifique, amenuisant la biodiversité floristique et potentiellement faunique (le groupe Phragmites, s.d.).

Concernant la sécurité des visiteurs en lien avec les projets aux canaux, elle s'illustre au Canal-de-Chambly par les visiteurs présents physiquement sur les lieux, les cyclistes, piétons et les plaisanciers. En effet, le Canal-de-Chambly est doté d'une piste cyclable polyvalente de près de 20 kilomètres faisant partie de la route verte du Québec, de multiples lieux de repos, de sentiers piétons, de secteurs végétalisés (Route verte, s.d.). Ainsi, les enjeux de sécurité lors de la mise en œuvre d'un projet sont aussi divers que son paysage et ses usages. Tout d'abord, les enjeux de sécurité sont à considérer lorsque la machinerie est présente et que des travaux ont lieu. Également, il est pertinent de considérer les risques aux visiteurs dans l'évaluation des projets de compensation. Par exemple, la végétalisation des berges représente un gain en restauration des milieux aquatiques en permettant une meilleure rétention et filtration des eaux de pluie (Dupras et Revéret, 2015). Or, certaines espèces nuisibles telles que la tique à pattes noires transmettrices de la bactérie *Borrelia burgdorferi* responsable de la maladie de Lyme, colonise ces habitats constitués d'herbes hautes (Gouvernement du Canada, 2017e). De surcroît, selon les cartes de risques d'acquisition de la maladie de Lyme, le risque est catégorisé significatif pour les municipalités de Saint-Jean-sur-Richelieu et Carignan alors qu'il est présent à Chambly (INSPQ, 2018).

En outre, il importe de mentionner que la présence des visiteurs peut nuire aux projets de compensation proposés dans le cadre de cet essai s'ils ne sont pas efficacement communiqués. En effet, la fréquentation des visiteurs à certaines zones tels que des sentiers non officiels ou fermés au public dégrade le milieu naturel et peuvent aussi faire diminuer le taux de réussite des projets compensatoires. Par exemple, les chiens qui ne sont pas tenus en laisse peuvent effrayer des espèces fauniques ou déterrer et piétiner des

nids de tortues. C'est pourquoi des outils de communication, de collaboration, d'éducation et de sensibilisation des visiteurs sont nécessaires.

4.2.2 Ressources culturelles et patrimoniales

La conservation et la mise en valeur des ressources culturelles et patrimoniales sont également la mission de l'Agence Parcs Canada. Ainsi, le conseiller en gestion des ressources culturelles doit être consulté en phase planification du projet compensatoire. En effet, certaines zones ont un potentiel archéologique élevé et la surveillance archéologique doit être planifiée dans le cas de travaux d'excavation par exemple. Également, certaines infrastructures comme les murs en béton, l'enrochement et les gabions représentent un obstacle à la montée des amphibiens et reptiles en milieu terrestre. Or, au Canal-de-Lachine, ces infrastructures minérales font partie intégrante du paysage culturel par leur caractère linéaire. Ainsi, l'aménagement d'une berge naturelle, par exemple, pourrait entrer en conflit avec la conservation de l'intégrité des ressources culturelles. Cet enjeu s'entrecroise également avec l'enjeu de l'expérience du visiteur, car les sites historiques et certaines de leurs infrastructures doivent être accessibles pour être mis en valeur. (M. Paradis, entrevue, 15 novembre 2018) La conservation d'un écosystème est synonyme d'aménagement minimal, voire nul. En effet, l'aménagement engendre une modification des habitats par l'artificialisation des surfaces, ce qui mène à son tour à la fragmentation des habitats ainsi qu'à la pollution. De cette pression résulte une perte de biodiversité. (Regnery, 2017) Tel que le mentionne le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), l'équilibre entre la réalisation de projets pour la protection de la biodiversité et la mise en valeur des lieux est l'objectif pour obtenir une collectivité durable (Boucher et Fontaine, 2010).

4.2.3 Faisabilités technique, économique et sociale

Premièrement, la faisabilité technique représente une limite qui rejoint la limite des données utilisées expliquées précédemment ainsi que la notion de temps. En effet, la conception, planification et mise en œuvre de projets compensatoires nécessitent des connaissances scientifiques pointues sur les écosystèmes à restaurer. Lorsqu'un projet de compensation à l'intérieur d'un projet de réfection majeure des infrastructures est proposé trop tard dans la planification globale du projet, il devient alors parfois techniquement impossible de l'intégrer. Également, la mise en œuvre d'un projet compensatoire requiert un certain niveau de compétence des professionnels en écologie, biologie ou gestion des ressources lorsqu'il est question de faire des suivis de population par marquage par exemple. (Regnery, 2017; MFFP, 2018a; MFFP, 2016a)

Deuxièmement, il faut considérer la faisabilité économique du projet compensatoire dans la conception du projet. Par exemple, les coûts d'acquisition foncière des terrains, si nécessaire, des rencontres entre acteurs, de coordination et de suivi des dossiers qui peuvent nécessiter des emplois à temps partiel ou plein. Également, dans le cas de compensation intégrée à un projet de réfection des infrastructures, le budget réservé au projet compensatoire doit être proportionné au budget global du projet de réfection.

Finalement, la faisabilité sociale évoque l'acceptabilité sociale du projet par les parties prenantes telles que les riverains, les visiteurs, les municipalités, les voisins, etc. Afin d'obtenir l'acceptabilité sociale, il est favorable d'élaborer une stratégie ainsi qu'un plan de communication efficace et spécifique aux différentes parties prenantes intéressées, impliquées et touchées par le projet. (Y. Fréchette, notes de cours, 8 février 2017 ; Regnery, 2017 ; Batelier, 2015)

4.2.4 Contrainte spatiale

Quant aux limites spatiales, il importe de discuter du cadastre hétérogène des canaux. En effet, le Canal-de-Chambly partage ses limites de propriétés avec des terrains privés et publics, et ce, d'une manière non linéaire. L'atlas orthophotographique 2018 élaboré par la technicienne en géomatique de l'UVNQ qui illustre les limites des immeubles ainsi que les lots avoisinants doit donc être consulté pour assurer que les projets de compensation, restauration et conservation sont complètement à l'intérieur de la juridiction fédérale. Dans le cas contraire, un travail de collaboration avec le propriétaire du lot sur lequel le projet empiétera doit être préparé.

5. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de cet essai s'est inspirée du Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides publié par le Gouvernement du Québec en 2008 en ce qui concerne les critères de classification de la valeur des milieux naturels.

5.1 Inventaire : revue de littérature, entrevues et validation terrain

Pour mener à bien la revue littéraire, un protocole a été suivi. Tout d'abord, la crédibilité des sources a été vérifiée par l'évaluation des sites Web. En effet, le responsable du site, l'actualité de son contenu, la qualité et la forme de ce dernier ont été examinés puis vérifiés. Également, les sources utilisées doivent dater de moins de 40 ans pour être établies crédibles et que l'information qu'elles contiennent soit toujours à jour. En ce qui concerne les entrevues, elles ont pris forme d'appels téléphoniques, de courriel et de discussions avec des experts en ressources culturelles, en ressources naturelles, en espèces en péril, en faune aquatique, en évaluation environnementale, en géomatique, des ingénieurs et gestionnaires de projet. Ces personnes ont été mises au courant que les informations fournies seraient utilisées dans le cadre d'un essai et que l'expert serait référencé.

Les visites des sites se sont réalisées sur plusieurs mois dans le but de combler les besoins en informations sur le terrain. D'une part, au Canal-de-Chambly, les fossés, ponceaux et siphons ont été visités à deux reprises ; une fois en saison estivale et une seconde en saison hivernale. En ce qui concerne le secteur entre l'écluse 8 et le pont 7, il a été observé à l'automne. D'autres secteurs du Canal-de-Chambly ont été visités à l'été comme l'île Fryer et la digue côté rivière du secteur Saint-Jean. Un protocole de prise de photos et de prises de notes a été suivi afin de rendre compte des lieux de manière objective et efficace et afin de produire un compte-rendu des observations. D'autre part, au Canal-de-Saint-Ours, plusieurs visites ont été réalisées aux secteurs ciblés. À la passe migratoire Vianney-Legendre, la visite eut lieu en été avec la firme ayant construit l'infrastructure, un ingénieur de projet et l'agent en gestion des ressources. Il a été possible de cerner certaines problématiques liées à son entretien et à son opération. Ensuite, l'île Darvard a été visitée à plusieurs reprises avec des ingénieurs de projets, l'agent en gestion des ressources et la technicienne en géomatique. Ces visites ont permis de rendre compte des différents secteurs, boisés et aménagés, et de l'état des rives, naturelles ou anthropisées.

5.2 Analyse géospatiale

Afin de cerner des sites potentiels à l'aménagement de projets et d'exclure d'autres sites, l'analyse géospatiale du Canal-de-Chambly et du Canal-de-Saint-Ours s'impose. Les outils d'analyse utilisés sont majoritairement des outils géomatiques de projection qui inventorient les infrastructures et les géolocalisent sur *Google Earth Pro* ainsi que l'outil de gestion des biens utilisé par l'UVNQ.

5.3 Analyse des besoins des espèces en péril

Dans l'intention de proposer des projets propices aux espèces présentes aux canaux, l'analyse des besoins en termes d'habitats pour les différents stades de vie des espèces en péril sont analysés par la lecture des plans de gestion provinciaux et fédéraux, des programmes de rétablissement, des études scientifiques, des inventaires, des rapports internes, des projets de compensation et de restauration réalisés ailleurs au Canada et aux États-Unis.

5.4 Critères de sélection des secteurs

En vue de sélectionner des secteurs propices à l'aménagement de compensation écologique des travaux, les besoins en matière d'habitats, les sites potentiels à leur aménagement et les enjeux aux canaux sont superposés. En tenant compte des dimensions de valeur écologique, sur les observations terrains ainsi que la consolidation des multiples AIE, études et inventaires, les sites ayant les critères d'habitats convenables et dont la faisabilité technique, économique et sociale était possibles ont été retenus pour l'analyse multicritère.

6. ESPÈCES AQUATIQUES EN PÉRIL

Sensiblement les mêmes espèces de poissons sont observées au Canal-de-Chambly et au Canal-de-Saint-Ours que dans la rivière Richelieu et dans le bassin de Chambly. En effet, des espèces ichthyennes de pêches sportives comme des achigans à petites et grandes bouches, des barbottes, des perchaudes, des espèces communes telles des crapets soleil, arlequins et de roche, des crayons d'argent, des mariganes, des ménés, et des espèces protégées comme le bar rayé, le chevalier cuivré, le chevalier de rivière, le dard de sable, fouille-roche gris et le méné d'herbe sont observés ou susceptibles de l'être dans les eaux des canaux. (les Amis du Canal de Chambly, s.d. ; COVABAR, 2017 ; COVABAR, 2018) Concernant les espèces de pêche sportive et espèces communes, elles seront exclues de la présente analyse, car l'essai porte sur les espèces en péril exclusivement. Or, l'anguille d'Amérique n'ayant pas de statut à l'annexe 1 de la LEP sera tout de même incluse à l'analyse, car une passe migratoire spécifique à l'anguille est installée au Canal-de-Saint-Ours.

Or, la revue d'inventaires externes de faune aquatique et de documents internes a permis de lister plus spécifiquement les espèces en péril dont il est possible de confirmer la présence aux canaux. Également, le registre des espèces en péril a permis de cibler les espèces pour lesquelles l'Agence Parcs Canada a des obligations légales de protection, voire de mettre en actions des mesures de rétablissement des populations. À l'égard de la faune ichthyenne, l'anguille d'Amérique, le chevalier cuivré, le chevalier de rivière, le dard de sable, le bar rayé et le fouille-roche gris sont les espèces retenues pour l'analyse. Quant à l'herpétofaune, ce sont la tortue géographique, la tortue-molle à épines et la tortue serpentine.

6.1 Faune ichthyenne

Afin de proposer des mesures compensatoires adaptées aux besoins des espèces en péril et d'intérêt aux canaux de Chambly et de Saint-Ours, il importe de comprendre leurs besoins. C'est pourquoi une description des espèces, des menaces spécifiques qui pèsent sur celles-ci, des critères de leur habitat privilégié et essentiel ainsi que les actions bénéfiques menées pour le rétablissement, l'acquisition de connaissance ou le contrôle de la population sont réalisés dans la présente section.

6.1.1 Anguille d'Amérique

L'anguille d'Amérique, *Anguilla rostrata*, est une espèce catadrome ayant une importance commerciale, sportive et historique, car les Autochtones la pêchent depuis la préhistoire. Elle a été évaluée menacée au Canada en 2012 par le COSEPAC, inscrite en voie de disparition en Ontario et susceptible d'être désignée

menacée ou vulnérable au Québec en (Gouvernement du Canada, 2013 ; MPO, 2000b ; MFFP, 2018a). Cependant, elle n'est toujours pas inscrite à l'annexe de la LEP. Leurs besoins en matière d'alimentation sont variés, car les anguilles jaunes s'adaptent à leur environnement. Elles sont omnivores, nocturnes et benthiques. Elles s'alimentent de poissons, de mollusques, de crustacés, de larves d'insectes et d'insectes, de vers et de plantes et cessent de se nourrir en hiver et avant la migration de reproduction vers la mer des Sargasses. (COSEPAC, 2012a)

Besoins en matière d'habitat

Pendant leur phase de vie océanique, la fraie et l'éclosion des œufs se réalisent dans la mer des Sargasses dans l'Atlantique nord-méridional illustrée à la figure 6.1 (Schmidt, 1922 ; COSEPAC, 2012a). Ensuite, les larves, aussi nommées leptocéphales, ont des capacités natatoires limitées en tant qu'organisme pélagique. Ainsi, elles sont emportées de manière passive et aléatoire par le Gulf Stream jusqu'aux côtes de l'Amérique du Nord (Schmidt, 1922 ; Tesch, 1977 ; Kleckner et McCleave, 1982). À ce moment, elles entament leur phase de vie continentale et évoluent en civelles ou anguillettes, le stade post larvaire. En effet, elles migrent dans les rivières et les lacs d'eau douce vers la fin avril jusqu'à la fin du mois de juin (Jessop, 1998). Par exemple, la rivière Richelieu fait partie de l'aire écologique d'eau douce de l'ouest du Saint-Laurent pour l'anguille d'Amérique (Dumont et al., 1998 ; Mandrak et Crossman, 1992). Ensuite, c'est au stade de l'anguille jaune qu'elles acquièrent une capacité natatoire supérieure, croissent et effectuent la montaison. Précisément, la montaison est à son summum en juillet et en août au barrage de Chambly (Casselman et al., 1997 ; Casselman, 2003 ; Verdon et al., 2003 ; Bernard et Desrochers, 2005). À l'hiver, les anguilles d'Amérique hibernent dans les sédiments vaseux des cours d'eau. Elles mûrissent pendant environ 19 ans en eau douce, passant du stade d'anguille jaune à anguille argentée (COSEPAC, 2012a). C'est au stade d'anguille argentée qu'elles entament la grande migration de près de 4000 kilomètres jusqu'à la mer des Sargasses (Dodson, 2017; COSEPAC, 2006a).

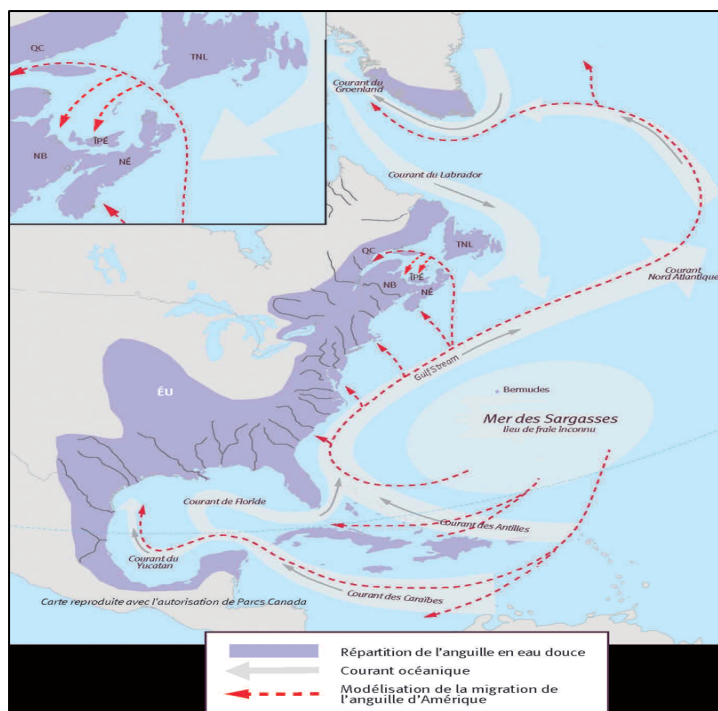


Figure 6.2 Répartition de l'anguille (tiré de : COSEPAC, 2012a)

En matière d'habitat dulcicole, les anguilles en croissance sont benthiques et utilisent les débris ligneux du fond de l'eau comme des troncs et des branches d'arbres pour s'abriter et se protéger ainsi que le substrat tel des roches, le sable et la vase. Également, elles hibernent sous la vase. (Scott et Crossman, 1973 ; Tesch, 1977 ; COSEPAC, 2012a) Selon Caron et al., il n'y a pas d'association claire entre le type d'habitat et la biomasse d'anguille.

Menaces

La principale menace anthropique entraînant le déclin de l'espèce est la perte d'habitat par la fragmentation des bassins versants qui rend inaccessibles les habitats amont (Caron et al., 2006 ; Adam et al., 2006). Ensuite viennent la détérioration des habitats aquatiques, l'exploitation et la mort par turbinage (Caron et al., 2006). Cette dernière est exclue de la présente analyse, car les barrages à Saint-Ours et à Chambly sont des infrastructures hydrographiques de contrôle des niveaux d'eau et n'ont pas de turbines (Ville de Richelieu, 2015 ; Agence Parcs Canada, 2019b). Cependant, la dégradation des habitats causée par le nettoyage et le creusage des cours d'eau en milieu agricole et urbanisé est une menace applicable aux canaux. En ce qui concerne la fragmentation de l'habitat, les barrages de Chambly et de Saint-Ours sont munis d'échelles à anguilles. Ces échelles permettent aux individus de contourner les barrages et d'accéder aux habitats de croissance en amont. Celle au barrage de Saint-Ours a été installée en 2001 alors

que celle au barrage de Chambly entrainé en activité en 1998 (Agence Parcs Canada, 2018h ; Milieu inc., s.d. ; Desrochers, 1998). Également, la pêche intensive et les déversements de produits chimiques impactent négativement les populations. (COSEPAC, 2006a)

Actions

L'installation d'échelles à anguilles aux barrages de Saint-Ours et de Chambly ainsi que le dénombrement des individus qui utilisent cette dernière sont des actions respectivement menées par l'Agence Parcs Canada et Hydro-Québec pour faire le suivi de la population et atténuer les impacts des barrages. En effet, Hydro-Québec fait le suivi du nombre de passages à l'aide d'un système relié à un compteur (Milieu inc., s.d.). Également, une barge munie d'un vivier en filet à la sortie de l'échelle permet de faire le comptage manuellement lorsque requis pour le calibrage du compteur. Des infrastructures du même type qu'à la figure 6.2 et 6.3 pourraient être installées à l'échelle à anguilles de Saint-Ours afin d'augmenter les intrants sur l'espèce et faire des concordances avec le barrage en amont. Également, deux évaluations et rapports de situation en 2006 et en 2013 sur l'anguille d'Amérique ont été rédigés par le COSEPAC, six plans d'action visant des espèces multiples aux parcs nationaux du Canada ciblant d'autres espèces, mais incluant des mesures de surveillance et de suivi pour l'anguille d'Amérique ont été élaborés (Agence Parcs Canada, 2016b ; Agence Parcs Canada, 2016 c ; Agence Parcs Canada, 2016d ; Agence Parcs Canada, 2016e, Agence Parcs Canada, 2017d). Tel que susmentionné, les barrages fragmentent l'habitat de croissance et de fraie de l'espèce (MPO, 2012). Ainsi, les échelles à anguilles et tous travaux d'amélioration de celles-ci constituent un outil de compensation important pour redonner l'accès aux habitats amont à ces structures (Milieu inc., s.d.).



Figure 6.2 Compteur, barge et vivier en filet au barrage d'Hydro-Québec à Chambly (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018i)



Figure 6.3 Système de dénombrement des passages d'individus (tiré de l'Agence Parcs Canada 2018i)

6.1.2 Chevalier cuivré

Le chevalier cuivré, *Moxostoma hubbsi*, est une espèce endémique au Canada et exclusive au Québec. Elle a été désignée en voie de disparition au Canada par le COSEPAC en 2004 et inscrite à l'annexe 1 de la LEP en 2007. Elle est également désignée menacée en vertu de la LEMV depuis 1999. (MPO, 2012 ; MFFP, 2018b) Son habitat essentiel désigné est protégé en vertu de la LEP. Ce dernier comprend l'habitat de fraie, l'habitat de croissance et de migration et l'habitat d'alimentation des adultes. Ainsi, la rivière Richelieu est protégée à partir du barrage de Chambly jusqu'à son embouchure à Sorel, incluant la zone aval du barrage à Saint-Ours (figure 6.4), le refuge Pierre-Étienne-Fortin (figure 6.5), la zone littorale (figure

6.6 et 6.7) d'une profondeur de 0 à 4 mètres de profondeur où se trouvent des herbiers aquatiques et les herbiers aquatiques riches en gastéropodes dans la Richelieu ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent entre Sorel et l'île Sainte-Hélène autour des archipels et des îles (Vachon et Chagnon, 2004 ; Gariépy, 2008)

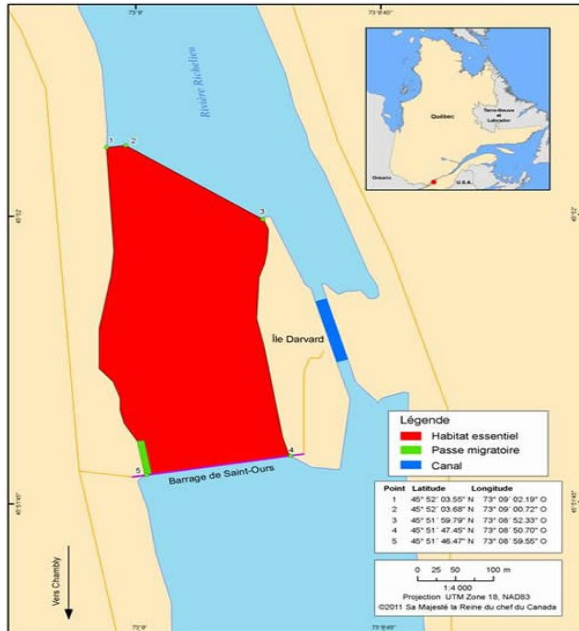


Figure 6.4 Habitat essentiel pour la fraie chevalier cuivré au barrage à Saint-Ours (tiré de : MPO, 2012)

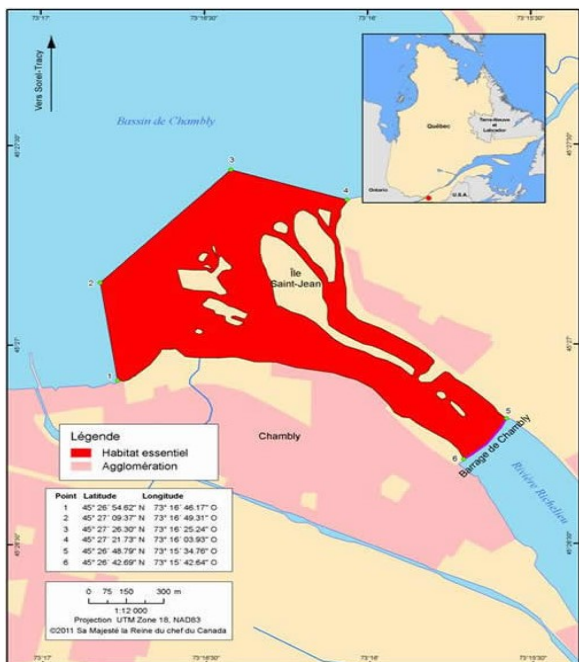


Figure 6.5 Habitat essentiel pour la fraie du chevalier cuivré au barrage à Chambly (tiré de : MPO, 2012)

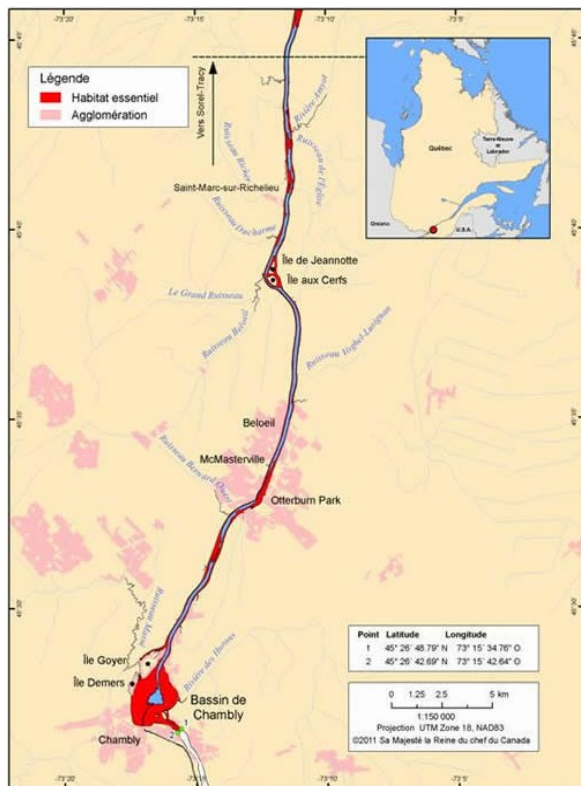


Figure 6.6 Habitat essentiel dans le secteur amont de la rivière Richelieu (tiré de : MPO, 2012)

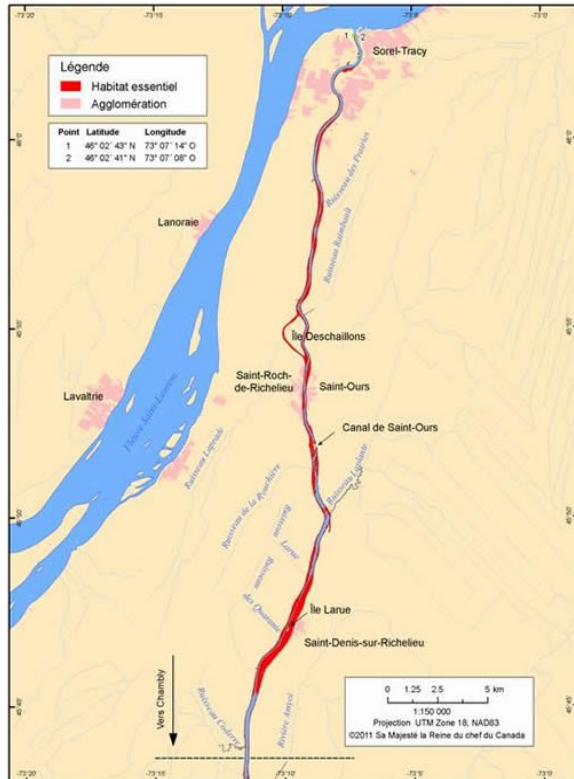


Figure 6.7 Habitat essentiel dans le secteur aval de la rivière Richelieu (tiré de : MPO, 2012)

Besoins en matière d'habitat

Les chevaliers cuivrés juvéniles utilisent les zones littorales peu profondes, riches en végétation aquatique et munies d'un substrat fin lors de leurs deux premières années de vie (Vachon, 1999a, b et 2002). Lorsque leur appareil pharyngien est développé, le chevalier cuivré adulte choisit son habitat printanier en fonction de la végétation, la vitesse du courant, la turbidité et l'abondance de *sphaeriidae* (D. Hatin, entrevue, 26 juin 2018). Le chevalier cuivré atteint la maturité sexuelle vers 10 ans (Mongeau et al., 1986). Il fraie de la mi-juin jusqu'au mois de juillet dans les deux seules frayères confirmées au Québec, qui se trouvent dans la rivière Richelieu. La première se situe à environ 100 mètres en aval du barrage de Saint-Ours et la seconde, dans les rapides en aval du barrage à Chambly. (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune [MRNF], 2012 ; MPO, 2012) Pour arriver à ce second site, il emprunte la passe migratoire Vianney-Legendre au barrage de Saint-Ours et effectue sa montaison jusqu'au refuge Pierre-Étienne-Fortin. En ce qui a trait à son habitat de migration, de croissance et d'alimentation, les caractéristiques privilégiées correspondent à la zone littorale, d'une profondeur de 0 à 4 mètres. Le tableau 6.1 résume les caractéristiques des différents habitats essentiels à chacun des stades de croissance.

Tableau 6.1 Sommaire des caractéristiques et des fonctions de l'habitat essentiel du Chevalier cuivré
(tiré de MPO, 2012)

Fonctions	Composante	Localisation	Caractéristiques
Fraie, incubation (mai, juin, juillet)	Rapides	Rivière Richelieu, en aval des barrages Saint-Ours et Chambly	Profondeur de 0,75 à 2 m
			Courant faible à modéré (0,2 à 0,6 m/s)
			Substrat hétérogène constitué de gravier fin à grossier, de roches et parfois de blocs enfoncés dans l'argile
Croissance et alimentation	Zone littorale	Rivière Richelieu, du bassin Chambly jusqu'à l'embouchure	Profondeur de 0 à 4 m
			Faible pente (moins de 20 degrés)
			Courant faible à modéré (moins de 0,5 m/s)
			Présence de végétation
Alimentation des adultes	Herbiers	Fleuve Saint-Laurent, entre Montréal et Sorel Rivière des Prairies Rivière des Mille Îles	Substrat relativement fin (mélange d'argile- limon-sable)
			Profondeur de 0 à 4 m
			Courant faible à modéré (moins de 0,5 m/s)
			Substrat relativement fin
			Densité de végétation moyenne à élevée, essentiellement composée de <i>Vallisneria americana</i> et de <i>Potamogeton sp.</i>
			Abondance de gastéropodes et de dreissenidés

Menaces

Les activités susceptibles de nuire au rétablissement du chevalier cuivré sont listées au tableau 6.2. Il importe de mentionner que l'objectif 1 du programme de rétablissement du chevalier cuivré est d'assurer le maintien des activités optimales à la passe migratoire Vianney-Legendre (MPO, 2012).

Tableau 6.2 Synthèse des menaces pesant sur le chevalier cuivré (tiré de : MPO, 2012)

Nom de la menace		Étendue	Occurrence	Fréquence	Certitude causale	Gravité	Niveau de préoccupation
Dégradation de l'habitat	Érosion	Généralisée	Courante	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
	Artificialisation des berges	Généralisée	Courante	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
	Eutrophisation	Localisé	Courante	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Organismes introduits	Espèces exotiques envahissantes	Localisée	Anticipée	Continue	Faible	Inconnue	Modéré
	Agents pathogènes introduits	Généralisée	Anticipée	Saisonnière	Élevé	faible	Élevé
Contaminants		Généralisée	Courante	Continue	Moyenne	Modérée	Élevé
Barrages		Localisée	Courante	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Activités récréatives		Localisée	Courante	Saisonnière	Moyenne	Modérée	Modéré
Pêche sportive		Localisée	Courante	Saisonnière	Faible	Modérée	Modéré
Pêche commerciale		Localisée	Courante	Récurrente	Faible	Modérée	Faible
Niveaux d'eau		Généralisée	Anticipée	Saisonnière	Faible	Faible	Faible

Actions

L'évolution de la population de chevalier cuivré au Québec fait l'objet d'un suivi depuis 1995. C'est pour favoriser la reproduction, la croissance et l'alimentation de l'espèce que le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin a été créé en 2003, que les herbiers des archipels des îles Jeanotte, aux Cerfs et Deschaillons ont été acquis par l'organisme Conservation de la Nature Canada (CNC) et que la passe migratoire Vianney-Legendre a été construite en 2001. (CNC, 2018 a et b) Comme mentionné dans la section sur la LEP, le MFFP a mis sur pied le programme de reproduction artificielle et de cryopréservation de la laitance s'inscrivant dans le programme de rétablissement du chevalier cuivré du MPO (Vachon, 2018a ; Vachon, 2018b). Finalement, l'étude de l'Université McGill représente une action afin de cerner les impacts des contaminants sur les œufs et les larves.

6.1.3 Chevalier de rivière

Le chevalier de rivière est une espèce désignée préoccupante à l'annexe 1 de la LEP depuis 1983 (LEP). Son statut a été réévalué et confirmé en 1987, 2006 et 2015 par le COSEPAC (figure 6.8) (MFFP, 2010a).



Figure 6.8 Spécimen chevalier de rivière (tiré de : Garde-rivière des Outaouais, 2018)

Sa répartition mondiale est exclusive à l'Amérique du Nord alors qu'au Canada, l'espèce est observée dans le réseau hydrographique des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, incluant ses tributaires comme la rivière Richelieu (figure 6.9). Aucun habitat essentiel n'est désigné pour le chevalier de rivière. Néanmoins, son habitat est partiellement et indirectement protégé, car il fréquente les mêmes types d'habitats que les habitats essentiels désignés du chevalier cuivré et du fouille-roche gris. Par exemple, la zone aval du barrage au Canal-de-Saint-Ours, la frayère à Chambly ainsi que les zones d'herbiers aquatiques et d'eau peu profonde du Richelieu et du fleuve Saint-Laurent. (COSEPAC, 2015 ; MPO, 2016 c ; MPO, 2011a) Fait intéressant, un chevalier de rivière est en mesure de lutter contre la moule zébrée grâce à sa dentition apte à broyer ces coquilles (MPO, 2016 c).

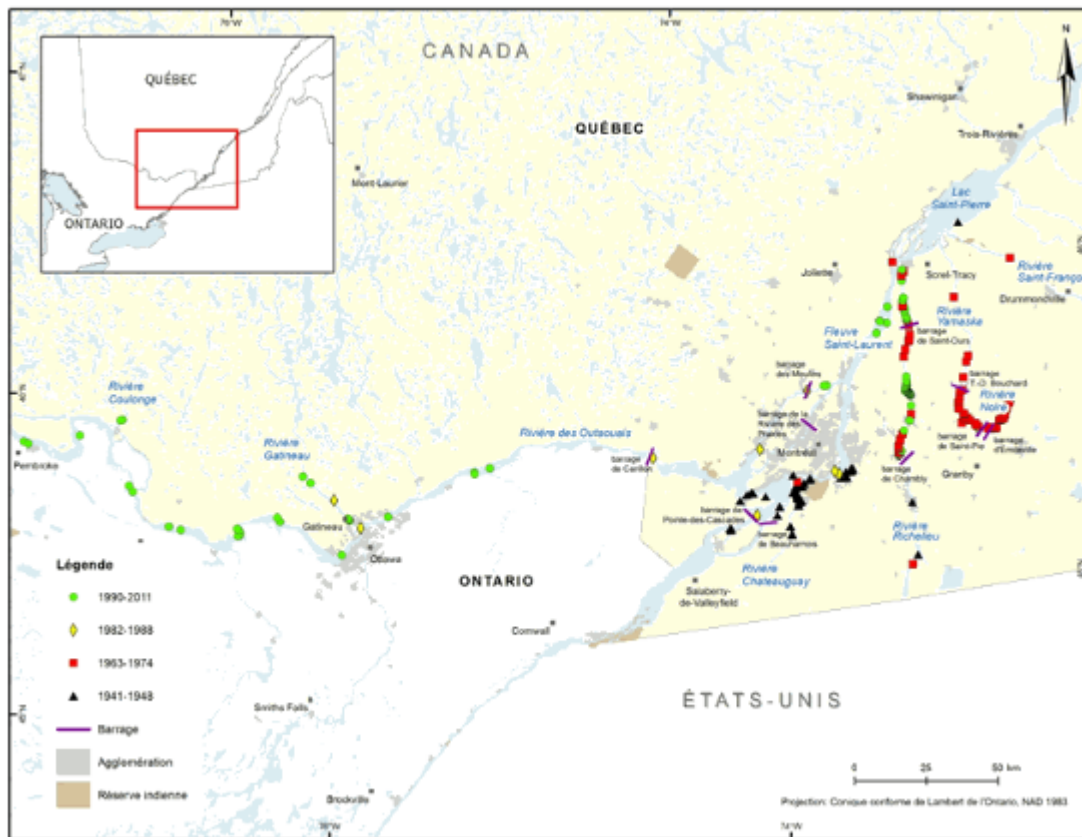


Figure 6.9 Carte d'occurrences du chevalier de rivière au Québec (tiré de : MPO, 2016 c)

Besoins en matière d'habitat

Le chevalier de rivière fraie aux deux mêmes endroits que le chevalier cuivré, soit en aval du barrage à Saint-Ours ainsi qu'à la frayère à Chambly. Il fraie à la mi-juin en préférant des substrats composés de matériaux grossiers et propres, composés de blocs, de galets ou de graviers, dans des cours d'eau à débit modéré à rapide. (COSEPAC, 2006b ; Reid, 2006 ; Parker, 1988 ; Campbell, 2001). Dans la rivière Richelieu, les juvéniles croissent dans les herbiers aquatiques en eau peu profonde, près des berges et dans le secteur des îles Jeannotte et aux Cerfs. Selon Vachon (1999a), les juvéniles préfèrent les cours d'eau à débit faible tels que des bras morts, ce qui correspond au régime hydrique du Canal-de-Chambly. Or, les récents inventaires n'ont pas confirmé la présence du chevalier de rivière dans ce canal. Dans la rivière Richelieu, des jeunes sont retrouvées près des rives végétalisées ayant une profondeur moyenne de 1,5 mètre, dont la pente caractéristique est moins de vingt degrés et dont le substrat est fin (limon, argile et sable). Cependant, le chevalier de rivière supporte mal la turbidité malgré le fait qu'il est présent dans les rivières Thames et Grand dans le sud-ouest de l'Ontario, qui sont turbides (Reid, 2006 ; Yoder et Beaumier, 1986). À l'âge adulte, il préfère les fosses profondes des rivières à débit moyen (Moisan, 1998).

Menaces

Au Québec, les menaces qui pèsent sur les populations de chevalier de rivière au Québec sont listées au tableau 6.3. Plusieurs d'entre elles peuvent être atténuées par des mesures de compensation écologique aux canaux.

Tableau 6.3 Classification des menaces qui pèsent sur le chevalier de rivière au Québec (tiré de : MPO, 2016 c)

Menace	Ampleur (généralisée ou localisée)	Occurrence (actuelle, imminente ou anticipée)	Fréquence (saisonnière ou continue)	Certitude causale (élevée, moyenne ou faible)	Gravité (élevée, moyenne ou faible)	Niveau de préoccupation général (élevé, moyen ou faible)
Turbidité et charge sédimentaire	Généralisée	Actuelle	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Eutrophisation	Généralisée	Actuelle	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Destruction et modification de l'habitat	Généralisée	Actuelle	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Obstacles au déplacement	Généralisée	Actuelle	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Altération du débit naturel	Localisée	Actuelle	Saisonnière	Élevée	Élevée	Élevé
Contaminants et substances toxiques	Généralisée	Actuelle	Continue	Élevée	Élevée	Élevé
Espèces aquatiques envahissantes et maladies	Généralisée	Actuelle/ imminente	Continue	Moyenne	Moyenne	Moyen
Changements climatiques	Généralisée	Actuelle/ imminente	Continue	Inconnue	Inconnue	Moyen
Captures accidentelles	Localisée	Actuelle/ imminente	Saisonnière	Moyenne	Faible	Faible

Premièrement, la turbidité et la charge sédimentaire de l'eau du Canal-de-Chambly et du Canal-de-Saint-Ours sont variables dans le temps et l'espace en fonction de divers facteurs (Hannouche, Chebbo, Ruban, Tassin et Joannis, 2012). En effet, la turbidité augmente lors d'épisodes de pluies, car tant les eaux de surface que les eaux provenant des champs agricoles se drainent directement dans le Canal-de-Chambly. De surcroît, la fonte des neiges au printemps entraîne la crue et ainsi une hausse du ruissellement et du transport de sédiments jusqu'au cours d'eau, soit le canal ou la rivière Richelieu (ministère de

l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MELCC], 2019). Cependant, l'eau tendrait à devenir plus turbide avec l'avancement de la saison estivale selon les observations d'une éclusière avec plusieurs années d'expérience au Canal-de-Chambly (K. Lalonde, courriel, 5 avril 2019). Selon une note technique réalisée en 2016 au Canal-de-Chambly, la transparence de l'eau peut devenir nulle avec une charge en MES très élevée à certaines périodes spécifiques (Tetra Tech, 2016).

Deuxièmement, l'eutrophisation du milieu aquatique est également une menace applicable aux canaux. En effet, le drainage agricole affecte le Canal-de-Chambly ainsi que le Canal-de-Saint-Ours, car le phénomène s'observe tout au long de la rivière Richelieu. Cela entraîne une surcharge en nutriments dans l'eau, menant à l'accélération du phénomène d'eutrophisation du plan d'eau. (Conseil Régional de l'Environnement Laurentides, 2009)

Troisièmement, la végétation des rives étant quasi absente à plusieurs endroits entraîne une modification de l'habitat aquatique. En effet, 75 % des berges à Saint-Jean-sur-Richelieu sont dénaturalisées (CNC, 2008 ; St-Jean, de Araujo Corba et Maurice, 2011) et environ 45 % des bandes riveraines sont non conformes à la municipalité de Saint-Ours (Durand et Risse, 2018).

Finalement, les obstacles au déplacement ainsi que l'altération du débit naturel sont directement reliés aux activités des canaux. En effet, le barrage au Canal-de-Saint-Ours obstrue le passage et modifie l'écoulement de l'eau. En contrepartie, la passe migratoire multiespèces Vianney-Legendre donne accès aux habitats aquatiques amonts. Quant aux écluses au Canal-de-Chambly, elles contrôlent le niveau d'eau et ralentissent le débit en comparaison à celui de la rivière Richelieu.

Actions

Le MPO a développé un plan d'action ainsi qu'un calendrier de mise en œuvre comprenant les mesures, les objectifs et les organismes participants. Également, les initiatives de rétablissement des espèces, comme la protection des habitats essentiels, qui fréquentent les mêmes eaux que le chevalier de rivière, telles que le chevalier cuivré, le dard de sable et le fouille-roche gris, sont bénéfiques de manière indirecte pour l'espèce. (MPO, 2016d) Également, une évaluation et un rapport de situation du COSEPAC ont été rédigés en 2006 (COSEPAC, 2006) ainsi qu'un rapport sur la situation du chevalier de rivière au Québec en 1998 pour le Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) (Moisan, 1998).

6.1.4 Dard de sable

Le dard de sable (figure 6.10), *Ammocrypta pellucida*, est un petit poisson au corps allongé, d'environ 60 mm, translucide, de comportement benthique et qui s'enfouit dans le sable en ne laissant que ses yeux exhumés (figure 6.11). Sa durée de vie maximale est de quatre ans. (MPO, 2014 ; MFFP, 2010b ; Équipe de rétablissement des cyprinidés et des petits percidés du Québec, 2008) Il a été évalué menacé par le COSEPAC en 1994, puis réévalué en 2000 et 2009 au *statu quo*. Il est inscrit à l'annexe 1 de la LEP sous le statut d'espèce menacée depuis 2003 (LEP).



Figure 6.10 Spécimen dard de sable (tiré de : COSEPAC, 2009)



Figure 6.11 Spécimen dard de sable enfoui (tiré de : COSEPAC, 2009)

Besoins en matière d'habitat

Grâce à son comportement benthique en s'enfouissant dans le sable, il ne fréquente presque exclusivement des habitats aquatiques sablonneux à courant faible et, mais assez fort pour lessiver la vase (MFFP, 2010b ; MPO, 2014). Le dard de sable a été retrouvé dans des cours d'eau limpides et turbides, mais ils préféreraient les eaux faiblement turbides sans végétation aquatique (Poos, Mandark et McLaughlin, 2008 ; Daniels, 1993 ; Gaudreau, 2005). Ils fraient plusieurs fois et pendant une longue période, soit de la fin du printemps et pendant l'été aux rapides de Chambly, en aval du barrage. Il favorise

les environnements sablonneux, à faible profondeur, de courants faibles à modérés et en présence de quelques plantes aquatiques (Boucher et Garceau, 2010). Après l'éclosion, les larves dérivent sur une distance inconnue puis entament leur comportement benthique en aval (Simon et Wallus, 2006). Le dard de sable se nourrit majoritairement de larves de mouchérons et de mouches noires et possiblement de crustacés entomostracés (Turner, 1922 ; Scott et Crossman, 1973 ; Smith, 1979).

Il a été retrouvé à plusieurs stations de captures (points rouges) à partir du bassin de Chambly jusqu'à l'exutoire de la rivière Richelieu dans le fleuve Saint-Laurent à Sorel et c'est pourquoi la zone en beige représente son habitat essentiel désigné (figure 6.12).

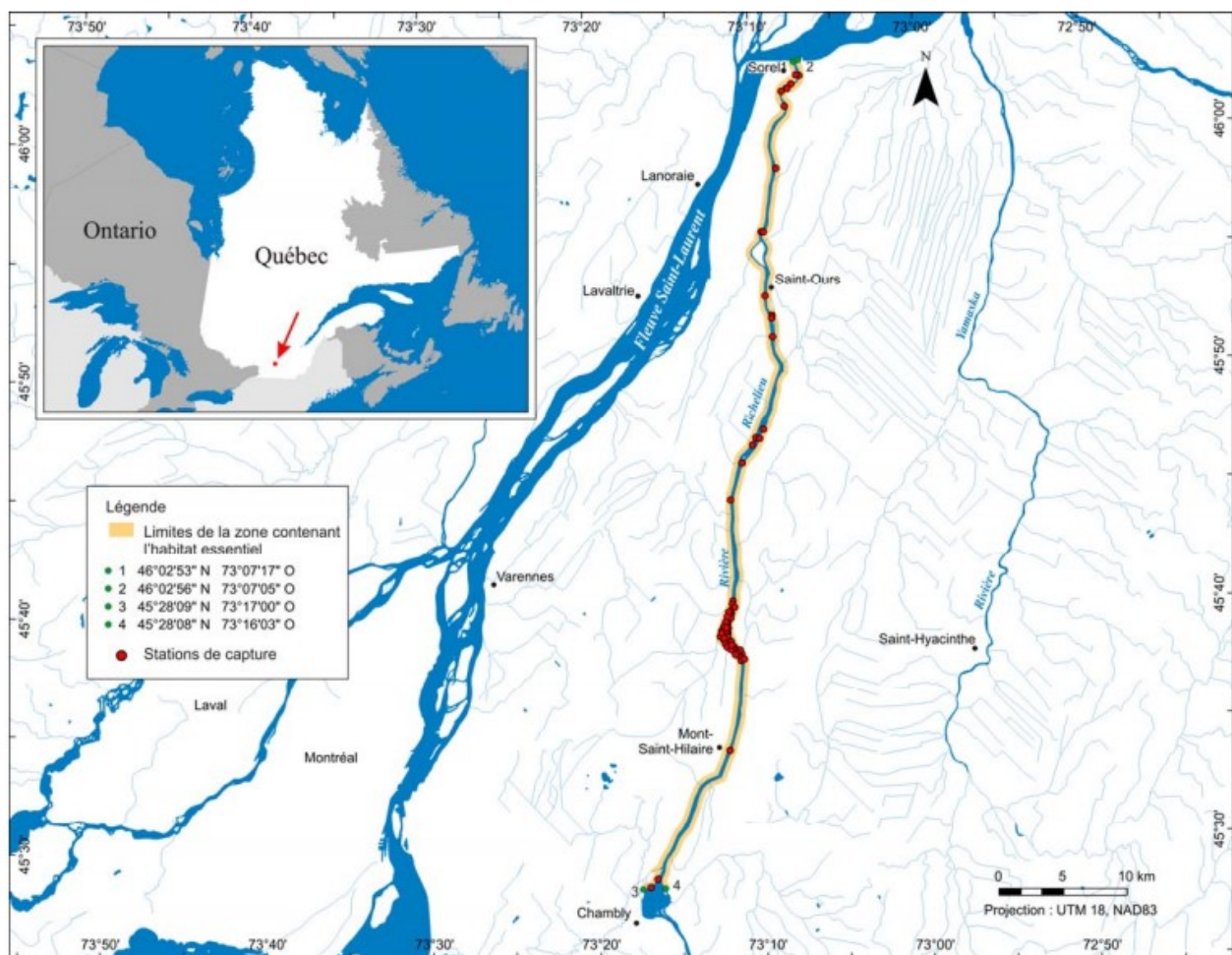


Figure 6.12 Limites de la zone contenant l'habitat essentiel désigné du dard de sable dans la rivière Richelieu (MPO, 2014)

Actions

Le MPO a rédigé son programme de rétablissement en 2014. Dans ce dernier, l'orientation stratégique pour le rétablissement émet plusieurs mesures prioritaires, tant en acquisition de connaissance (inventaire et suivi) qu'en protection, restauration, intendance, communication, sensibilisation, partenariat et coordination. Ces mesures ont été classées selon leur priorité ; essentielle, nécessaire et utile au rétablissement. L'Agence Parcs Canada pourrait s'impliquer en collaborant pour la réalisation d'inventaire, dans la restauration et l'amélioration d'habitat, en tenant compte des besoins du dard de sable dans la gestion du débit d'eau à Saint-Ours et en développant des outils de sensibilisation spécifique à l'espèce.

6.1.5 Bar rayé

Le bar rayé (figure 6.13), *Morone saxatilis*, est un poisson anadrome, épineux, au corps allongé pouvant atteindre 90 cm (Robitaille et al., 2011). Pour la population du fleuve du Saint-Laurent, sa longévité peut aller jusqu'à vingt ans (COSEPAC, 2012b). Il a été évalué disparu du pays par le COSEPAC en 2004, puis réévalué en voie de disparition en 2012. Cependant, il est toujours inscrit à l'annexe 1 de la LEP sous le statut d'espèce disparu du pays (LEP). Plusieurs individus ont été repêchés à la passe migratoire multi espèces Vianney-Legendre au Canal-de-Saint-Ours depuis 2012 et des spécimens marqués ont été capturés par des pêcheurs en aval du barrage en juin 2004. (N. Vachon, conversation, 11 juin 2018 ; COSEPAC, 2012b)



Figure 6.13 Spécimen bar rayé (tiré de : Robitaille et al., 2011)

Besoins en matière d'habitat

Selon Logan (1985), la survie des œufs et alevins de bar rayé dépend de la température de l'eau, de l'oxygène dissous et la présence d'un courant modéré, permettant aux œufs de rester en suspension dans la colonne d'eau et non de se décanter au fond, risquant l'anoxie (Chittenden, 1971; Rawstron et al., 1989). Étant anadrome, la fraie, l'incubation des œufs, le développement de l'alevin et l'hivernage se produisent en eau douce (Scott et Scott, 1988). Ils se reproduisent pendant deux ou trois semaines vers la fin du mois de mai jusqu'à début juin (Robitaille et al., 2011). Le bar rayé utilise les rives d'une profondeur de zéro à cinq mètres comme habitat d'alimentation et de croissance (Joseph, Locke et Godin, 2006 ; Hanson, 2004). La température de l'eau est une composante essentielle au déclenchement de la fraie. Des activités de frai ont été recensées entre 13,2 et 19 degrés Celsius (Robitaille, 2010). Ainsi, toute modification aux conditions physico-chimiques de l'eau entraîne un impact sur la population de bar rayé. Dans le programme de rétablissement du bar rayé, population de l'estuaire du Saint-Laurent, son habitat essentiel désigné n'inclut pas la rivière Richelieu. Cependant, comme des individus ont été capturés par le MFFP lors de pêches dans le cadre du programme de rétablissement du chevalier cuirvé, cette information est appelée à être modifiée.

Menaces

Les menaces spécifiques qui pèsent sur le rétablissement de la population de bar rayé du fleuve du Saint-Laurent sont les prises accessoires, la dégradation et destruction de l'habitat par le délestage des déblais de dragage, la modification de la dynamique d'écoulement de l'eau et la variabilité interannuelle du recrutement (COSEPAC, 2012b). Effectivement, l'utilisation de nasse et de verveux pour la pêche à anguilles qui entraîne la capture de bars rayés juvéniles ainsi que la pêche illégale engendrerait la perte de 60 000 bars rayés annuellement (MPO, 2011b). Les déblais dragués et délestés dans le plan d'eau nuit au rétablissement de l'espèce en remettant en suspension des contaminants décantés, en augmentant la concentration en MES ce qui asphyxie la faune aquatique, en modifiant la bathymétrie, en envasant le lit du plan d'eau et en modifiant ses conditions physico-chimiques. L'apport de nutriments et de contaminants provenant du drainage agricole et de contaminants dans l'eau perturbe la qualité de l'eau et réduisent les chances de survie des œufs et des juvéniles (COSEPAC, 2012b).

Actions

Comme la population de bar rayé du fleuve Saint-Laurent est désignée disparue du pays, des efforts d'ensemencement afin de rétablir une population viable ont été déployés en 2002. Entre 2002 et 2015, 19 600 bars rayés juvéniles et adultes ainsi que 34,5 millions de larves ont été ensemencés dans le fleuve

Saint-Laurent. De surcroît, entre 2010 et 2015, près de 200 bars rayés de la population réintroduite dans le fleuve du Saint-Laurent ont été marqués avec des émetteurs hydroacoustiques. (Valiquette, Harvey et Pelletier, 2017). La réintroduction de l'espèce dans la zone montre des signes de succès (COSEPAC, 2012b). Également, pour atténuer les prises accessoires de bars rayés découlant de la pêche aux anguilles, des études visant à établir des périodes restrictives d'utilisation de verveux et de nasses ont été réalisées les pêcheurs aux verveux ont été inscrits au réseau de surveillance. (MPO, 2010a). Finalement, pour faire le suivi des bars rayés dans la rivière Richelieu, des balises seront installées à l'été 2019 (C.-V. Lussier, conversation, 17 avril 2019). Ainsi,

6.1.6 Fouille-roche gris

Le fouille-roche gris (figure 6.14), *Percina copelandi*, est un petit poisson d'eau douce au corps allongé atteignant en moyenne 60 cm (Scott et Crossman, 1998). L'espèce atteint la limite nord de son aire de répartition mondiale au Québec avec sa population du fleuve du Saint-Laurent ainsi que ses tributaires, incluant la rivière Richelieu. Il n'y a pas de donnée sur sa longévité, taux de mortalité, fécondité, etc. (MPO, 2013b) L'espèce a été évaluée préoccupante par le COSEPAC en 2016 et est inscrite à l'annexe 1 sous le statut d'espèce menacée en 2002. Des individus ont été pêchés au bassin de Chambly, dans la rivière Richelieu en aval du bassin, dans la rivière en aval du barrage à Saint-Ours ainsi que dans le déversoir 4 du Canal-de-Chambly lors d'une activité de relocalisation de poissons avant une mise à sec (Blais, 2016 ; WSP, 2016 ; CDPNQ, 2015). L'occurrence dans la rivière Richelieu en aval du barrage de Saint-Ours représente la plus grosse occurrence de fouille-roche gris du territoire québécois (CDPNQ, 2015). Également, la firme Dessau-Soprin a indiqué que la section aval du barrage était un habitat potentiel à l'alimentation du fouille-roche gris dans un rapport de caractérisation de l'habitat du poisson en 2006.



Figure 6.14 Spécimen fouille-roche gris (tiré de : MPO, 2013b)

Besoins en matière d'habitat

Le fouille-roche gris fraie dans des rapides composées de matériel grossier et propre dans des cours d'eau à débit modéré (Boucher et al., 2009). Cependant, des individus ont été repêchés en période de fraie dans la rivière Richelieu alors que la vitesse maximale de l'eau allait jusqu'à 60 cm/s (Lemieux et al., 2005). Les juvéniles fréquentent les zones d'une profondeur variant entre 0 et 5 mètres avec un lit graveleux (Lane et al., 1996). Or, certains jeunes ont été capturés dans des fosses, des cours d'eau à débit lent et des chenaux secondaires (Winn, 1953). Les adultes sont benthiques et préfèrent les plans d'eau chauds. Ils favorisent les rivières et petits cours d'eau où les rives sont naturelles où la qualité de l'eau bonne, avec une faible turbidité et des débris ligneux sur le lit (Garceau et al., 2007 ; Lapointe, 1997 ; COSEPAC, 2016a). Le tableau 6.4 résume les caractéristiques biophysiques de l'habitat essentiel du fouille-roche gris.

Tableau 6.4 Fonctions, composantes et caractéristiques biophysiques de l'habitat essentiel pour tous les stades de vie du fouille-roche gris au Québec (tiré de : MPO, 2013b)

Stades de vie	Fonctions	Composantes	Caractéristiques biophysiques
Tous	Fraie	Rapides (radiers), hauts fonds,	Eaux lotiques (courantes) avec des vitesses de courant (faible à modérée) variant sur une base de 12 mois
	Alevinage	bordures des	Profondeur jusqu'à 2m
	Croissance (juvéniles)	rives, zones abritées du	Substrats grossiers (sable, gravier, cailloux)
		courant et fosses	Végétation aquatique minimale
	Alimentation (adultes)	dans les	Turbidité généralement faible
	Migration	ruisseaux et rivières	Disponibilité des proies (macro invertébrés benthiques)

Dans la région hydrographique du Saint-Laurent sud-ouest, l'habitat essentiel du fouille-roche gris a été identifié dans la rivière Richelieu de l'aval du barrage de Chambly jusqu'à son embouchure dans le fleuve Saint-Laurent, aux profondeurs de 0 à 5 mètres avec un substrat variant de l'argile aux cailloux (figure 6.15).

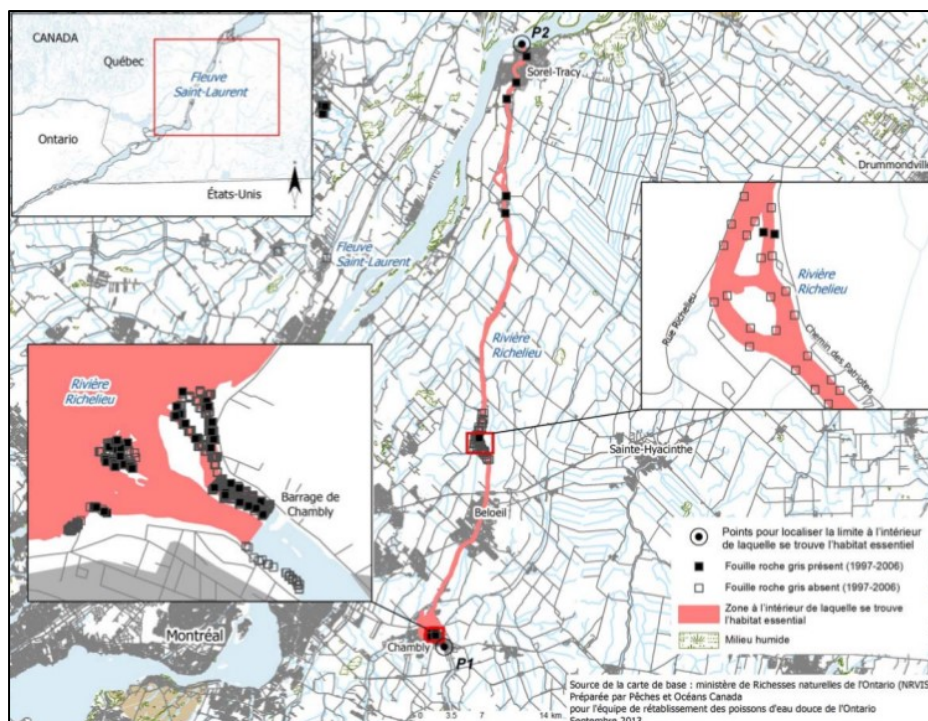


Figure 6.15 Habitat essentiel désigné du fouille-roche gris dans la rivière Richelieu (tiré de MPO, 2013b)

Menaces

Concernant les menaces attribuables au déclin de la population du fouille-roche gris, elles sont identifiées au tableau 6.5 ci-dessous. Elles ont été classées en fonction de la probabilité qu'elles surviennent dans le cours d'eau spécifique et l'impact que celle-ci a sur la population (MPO, 2010b)

Tableau 6.56 Menaces pesant sur la population de fouille-roche gris de la rivière Richelieu (inspiré de MPO, 2013b)

Menaces	Importance de la menace
Modification de la rive	Modérée
Altération du régime d'écoulement des eaux	Faible
Obstacles au libre passage	Faible
Turbidité et envasement excessif	Modérée
Apport excessif de nutriments	Modérée
Contaminants et substances toxiques	Modérée
Espèces exotiques envahissantes	Inconnue
Captures accidentelles	Faible

Actions

Un programme de rétablissement fédéral a été rédigé conformément à la LEP en 2013 ainsi qu'un provincial en 2001. Des objectifs en matière de population et de répartition ainsi que des stratégies et approches générales pour l'atteinte de ces derniers ont été rédigés. Également, un guide fournissant des méthodes d'inventaire minimisant les risques sur l'espèce a été publié, des inventaires ont été effectués, des produits de communication et de sensibilisation ont été créés, une thèse de maîtrise a été rédigée et l'utilisation du fouille-roche gris comme poisson-appât a été interdite (MPO, 2013a). Finalement, un tableau récapitulatif de la planification de la gestion et la coordination du rétablissement de l'espèce a été publié dans le programme de rétablissement fédéral. Ce dernier fournit une liste d'éléments visant le rétablissement de l'espèce qui sont divisés en cinq catégories :

1. Recherche
2. Inventaire et suivi
3. Gestion et coordination
4. Protection, restauration et intendance
5. Communication et sensibilisation au public.

Considérant que l'Agence Parcs Canada est le propriétaire foncier d'une partie de l'habitat essentiel du fouille-roche gris, soit au barrage au Canal-de-Saint-Ours et dans le bassin de Chambly à proximité de l'écluse 1 et du quai fédéral, la collaboration et l'implication de cette entité fédérale dans les études, inventaires, l'opération du barrage en fonction des besoins et périodes sensibles de l'espèce et la sensibilisation du public est essentielle.

6.1.7 Menaces communes

Plusieurs menaces au rétablissement sont communes aux différentes espèces en péril ; l'artificialisation des berges, les espèces exotiques envahissantes, la fragmentation de l'habitat par des infrastructures de régulation d'eau, l'érosion et l'envasement ainsi que la contamination de l'eau par les pesticides et nutriments agricoles.

Artificialisation des berges : érosion et envasement

Tout d'abord, l'artificialisation des berges entraîne des pertes d'habitats aquatiques riverains ainsi que la dégradation de la qualité de ces derniers (Organisme des bassins versants de la Capitale, 2015). La

construction de structures de protection, murs ou enrochements, et autres infrastructures, ponts et passerelles, contribue à la dégradation du milieu aquatique par la modification de la dynamique fluviale, la modification des conditions physico-chimiques pour le maintien ou le développement des herbiers aquatiques, la faible rétention et filtration de l'eau de pluie et des sédiments par l'absence de végétation riveraine. (MPO, 2012 ; Dupras et Revéret, 2017)

En outre, la rivière Richelieu a débordé de son lit de manière importante deux fois dans les huit dernières années, soit en 2011 et en 2017 (Vanasse et al., 2015 ; Sécurité publique Québec, 2013). En plus des risques que la rivière sorte de son lit et emporte une quantité importante de sédiments, l'érosion est préoccupante aux canaux par le batillage des navires et les opérations quotidiennes de navigation telles que les éclusages. Le batillage des navires est un enjeu traité aux canaux. Une vitesse maximale de 10 km/h ou de ne pas faire de sillage est imposée aux embarcations (Agence Parcs Canada, 2017e). Selon mes observations à la saison estivale 2018, cette limite n'est pas toujours respectée, car des sillages ainsi que des vagues frappant les berges sont observées.

Au Canal-de-Chambly, l'érosion s'observe de plusieurs manières. En premier lieu, les fossés et siphons se remplissent de sédiments provenant principalement de l'érosion des terres agricoles (Agence Parcs Canada, 2017 c). Également, les rives enrochées et en gabions représentent près de la totalité de la constitution des berges. Ceci témoigne de la nécessité à lutter contre l'érosion puis à stabiliser les rives (Sécurité publique Québec, 2012). De surcroît, du dragage a dû être réalisé à l'hiver 2018-2019 à l'exutoire de la rivière aux Iroquois, une rivière drainant les champs agricoles avoisinants, pour permettre de préserver le tirant d'eau nécessaire au passage des bateaux (Agence Parcs Canada, 2016 c). Le phénomène s'observe aussi au Canal-de-Saint-Ours. Effectivement, près de 90 % des berges à l'intérieur du cadastre fédéral sont dénaturisées, soit munies d'un mur bétonné ou d'enrochement grossier. Les trois berges naturelles sont identifiées en vert sur la figure 6.16 alors que les murs de béton sont en rose puis la grande zone enrochée sur l'île Darvard en blanc. Selon Holm et Mandrak (1996), l'envasement est la menace la plus importante pesant sur les populations de dard de sable au Canada. Les principales causes de l'envasement sont la pollution agricole, l'absence de végétation riveraine (artificialisation des berges) et le batillage des navires (COSEPAC, 2009).



Figure 6.16 Identification du type de berges au Canal-de-Saint-Ours

Sur la rive gauche de la rivière, la pente du talus est importante alors que la végétation quasi absente est composée de pelouse monospécifique et de cinq arbres illustrés aux figures 6.17 et 6.18. Lors des inondations de 2011 et 2017, les niveaux d'eau avaient monté au-dessus du mur et les sédiments de la rive Saint-Roch avaient été lessivés puis emportés dans la rivière (N. Vachon, conversation, 11 juin 2018). Sur la figure 6.18, on observe la pelouse jaunâtre ainsi que des petites cicatrices de mouvement de sol en bas de talus.



Figure 6.17 Rive gauche du Canal-de-Saint-Ours à Saint-Roch-de-Richelieu, vue de l'Île Darvard (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018j)



Figure 6.18 Rive gauche du Canal-de-Saint-Ours à Saint-Roch-de-Richelieu, vue du barrage (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018j)

À la figure 6.19, on observe aussi la berge anthropisée et constituée d'un mur de béton qui s'allonge sur plus de 600 mètres. La construction de mur bétonné est une pratique courante de stabilisation des rives, mais inefficace pour la filtration et rétention de l'eau. De surcroît, plusieurs riverains ont engazonné leur terrain jusqu'au mur, ne laissant aucune bande riveraine. (Agence Parcs Canada, 2018k)



Figure 6.19 Mur béton et absence de bande riveraine (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018k)

Sur la rive droite, la berge de l'île Darvard est en enrochement grossier peu végétalisé de sa pointe sud jusqu'à sa pointe nord (figure 6.16). Également, on retrouve la rampe de mise à l'eau qui s'avance dans le milieu aquatique en figure 6.20.



Figure 6.20 Rampe de mise à l'eau au Canal-de-Saint-Ours (tiré de : Agence Parcs Canada, 2015b)

Espèces exotiques envahissantes

Les espèces exotiques envahissantes aquatiques comme la tanche et les moules zébrées entraînent un changement dans l'écosystème et donc dans la compétitivité et la prédation. Ce sont des espèces observées au Canal-de-Chambly et de Saint-Ours. Ainsi, toutes mesures de lutte contre ces espèces seraient considérées comme une mesure de compensation au profit des espèces indigènes aquatiques en péril. Or, la moule zébrée est reconnue comme source d'alimentation pour les chevaliers (MPO, 2016 c).

Modification et fragmentation de l'habitat

Les barrages de régularisation des débits présents sur le Richelieu à Saint-Ours et à Chambly modifient l'habitat de croissance et de fraie de l'espèce (MPO, 2012). En période d'étiage au barrage à Saint-Ours, les zones amont sont maintenues à un niveau d'eau plus élevé et le débit aval s'en trouve réduit. Or, en période de crues, les vannes sont complètement ouvertes et l'écoulement naturel de la rivière est conservé sans restriction. Finalement, les débits peuvent être affectés de manière quotidienne ou sporadique par des opérations sur les vannes lors d'installations des estacades par exemple. Ces manipulations en période sensible peuvent entraîner le lessivage des œufs et l'arrêt complet de la fraie en aval, un stress physiologique et la mortalité (N. Vachon, réunion, 13 février 2018 ; Winn, 2953 ; MPO, 2013b).

Néanmoins, la passe migratoire Vianney-Legendre représente une solution au franchissement du barrage à Saint-Ours (Milieu inc., s.d.). Le projet CoRe ciblant l'atténuation de l'effet vortex dans les bassins 8 et 13 par l'installation de déflecteurs, car ces vortex diminuent l'efficacité du passage des poissons de l'aval vers l'amont est un exemple (Marriner et al., 2016 ; Gouvernement du Canada, 2018 c). Également, l'élaboration d'une stratégie de gestion du barrage qui arrime les enjeux d'opération et ceux des espèces en péril qui fraie en aval du barrage peut être considérée comme un projet compensatoire.

Contamination de l'eau

Une des menaces les plus importantes et communes aux espèces en péril est la présence excessive de nutriments dans l'eau causée par l'élevage de bétail, la fertilisation excessive des sols agricoles et les eaux domestiques (MPO, 2014). Le Canal-de-Saint-Ours est entouré de champs agricoles et le drainage agricole est la principale activité qui altère la qualité de l'eau. Riches en azote et phosphore, ces éléments sont des causes de l'anoxie et l'eutrophisation des eaux (Pinay, Gascuel, Ménesguen et Souchon, 2017). En effet, la municipalité de Saint-Ours est composée à un peu plus de 96 % de champs agricoles contre près de 92 %

pour Saint-Roch-de-Richelieu (Englobe, 2016). Au Canal-de-Chambly, ces produits sont drainés via plusieurs drains et via la rivière aux Iroquois. Par exemple, le dard de sable est intolérant aux polluants comme les pesticides et les fertilisants agricoles. (Société de la faune et des parcs du Québec, 2002 ; Giroux, 2007 ; Tetra Tech, 2016)

6.1.8 Projets bénéfiques aux espèces ichthyennes découlant des menaces communes identifiées

Tout d’abord, tous travaux d’amélioration de la passe migratoire Vianney-Legendre sont bénéfiques aux espèces qui l’empruntent. Ensuite, dans le but de mieux cerner les impacts des polluants dans l’eau sur la faune aquatique, l’Agence Parcs Canada collabore avec l’Université McGill pour une étude au sujet des effets écotoxicologiques des pesticides sur les chevaliers, menée au Canal-de-Saint-Ours. Ce projet constitue en soi une mesure de compensation, car elle permet d’acquérir des connaissances sur les menaces au rétablissement des chevaliers. Pour continuer, la naturalisation des rives dans le but de minimiser l’érosion, l’envasement et de tamponner les inondations serait aussi bénéfique à toutes les espèces. Une bande riveraine saine et naturelle augmente la qualité de l’eau et favorise la préservation des caractéristiques physico-chimiques optimales à la fréquentation de certaines espèces en péril comme le fouille-roche gris et le chevalier cuirré (Vachon, 2003). Finalement, dans un objectif de sensibilisation des plaisanciers sur les bonnes pratiques environnementales et de sécurité, l’Association maritime du Québec, en collaboration avec plusieurs organismes comme le COVABAR, a lancé une campagne nationale Suivez la vague en 2016 (Nautisme Québec, 2018 ; COVABAR, s.d.). La collaboration de l’Agence Parcs Canada dans ce projet de sensibilisation serait bénéfique pour atténuer le batillage et l’érosion des rives.

6.2 Herpétofaune

Une description des espèces d’herpétofaune, soit la tortue géographique, la tortue-molle à épines et la tortue serpentine, est réalisée à chacune des sous-sections ci-dessous ainsi que les critères de leur habitat privilégié et essentiel, les menaces qui pèsent sur leurs populations au Québec et les actions menées pour le rétablissement ou maintien de leur population.

6.2.1 Tortue géographique

La tortue géographique, *Graptemys geographica*, est une tortue aquatique d’eau douce inscrite à l’annexe 1 de la LEP à titre d’espèce préoccupante au Canada. Ce statut a été recommandé par le COSEPAC en 2002 puis réévalué et confirmé en 2012 (COSEPAC, 2012 c ; Gouvernement du Canada, s.d. c). Les tortues géographiques ont une dossière brun olive caractérisée par des lignes jaunes pâles rappelant les cartes

géographiques, ce qui lui a valu son nom en 1816 (Le Sueur, 1817). Elles sont vert foncé et munies de lignes jaunes à la tête et au cou et leur plastron est beige pâle. L'espèce est réputée pour son dimorphisme sexuel, car la grandeur de la dossière de la femelle peut atteindre près du double du mâle et elle peut peser jusqu'à dix fois le poids du mâle (figure 6.20). Elles sont connues pour utilisées les canaux tel que le Canal-de-Sainte-Anne-de-Bellevue et Canal-de-Lachine au Québec, le Trent Severn et le canal Rideau en Ontario ainsi que le Central Canal en Indiana (Bennett et al., 2010 ; Ryan et al., 2008). Les tortues géographiques sont fidèles à leur site de nidification au cours de leur double ponte estivale, laquelle débute en juin. Sa longévité observée en milieu naturel peut dépasser jusqu'à 20 ans (Ernst et Lovich, 2009).



Figure 6.21 Dimorphisme sexuel chez la tortue géographique (tiré de COSEPAC, 2012 c)

Besoins en matière d'habitat

La tortue géographique vit dans les cours d'eau bien oxygénés où des sites d'exposition au Soleil sont disponibles pour thermoréguler. Ces sites de thermorégulation sont majoritairement du temps des rochers exondés, des troncs d'arbres flottants et des berges exposées, en zones d'eau peu profonde et rives non aménagées. (Ernst et Lovich, 2009 ; Bernier et Rouleau, 2010 ; Carrière et al., 2009) Or, au Canal-de-Sainte-Anne-de-Bellevue, les tortues géographiques ont été observées au printemps hâtif utilisant le quai de béton construit pour que les visiteurs puissent amarrer les bateaux ainsi qu'une estacade de pneus flottants servant de brise vague. Elles sont également observées au Canal-de-Lachine sur une estacade près de la passerelle Georges-Étienne-Cartier faisant de la thermorégulation. Cela dit, seulement avant l'ouverture du canal à la mi-mai alors que les visiteurs et les plaisanciers n'utilisaient pas encore le site et

qu'elles ne sont pas trop dérangées et que le niveau d'eau est élevé, permettant la montée des individus sur le quai (S. Rouleau, conversation, 30 avril 2018). Les femelles pondent généralement dans un secteur ensoleillé, sans végétation et à moins de 35 mètres du plan d'eau. Les sédiments meubles se composent de sable, de gravier ou de remblais (Barrett-Beehler, 2007). Elles hibernent au fond des cours d'eau peu profond, ensevelie sous un substrat meuble (Rouleau et Bernier, 2011). Des observations récentes ont été faites sur la rivière Richelieu, tel qu'illustrée à la figure 6.21. Aucun habitat essentiel n'a été désigné à ce jour, car aucun programme de rétablissement n'a été rédigé considérant son statut préoccupant qui ne déclenche pas l'obligation légale de produire ce document. La tortue géographique se nourrit de mollusques, d'écrevisses et d'insectes aquatiques. De ce fait, la présence de la moule zébrée s'est avérée avoir un effet positif de rétablissement sur les populations de tortue géographique, car elles fournissent une abondance de proies (McGoldrick, 2009 ; Richards-Dimitrie et Seigel, 2010).

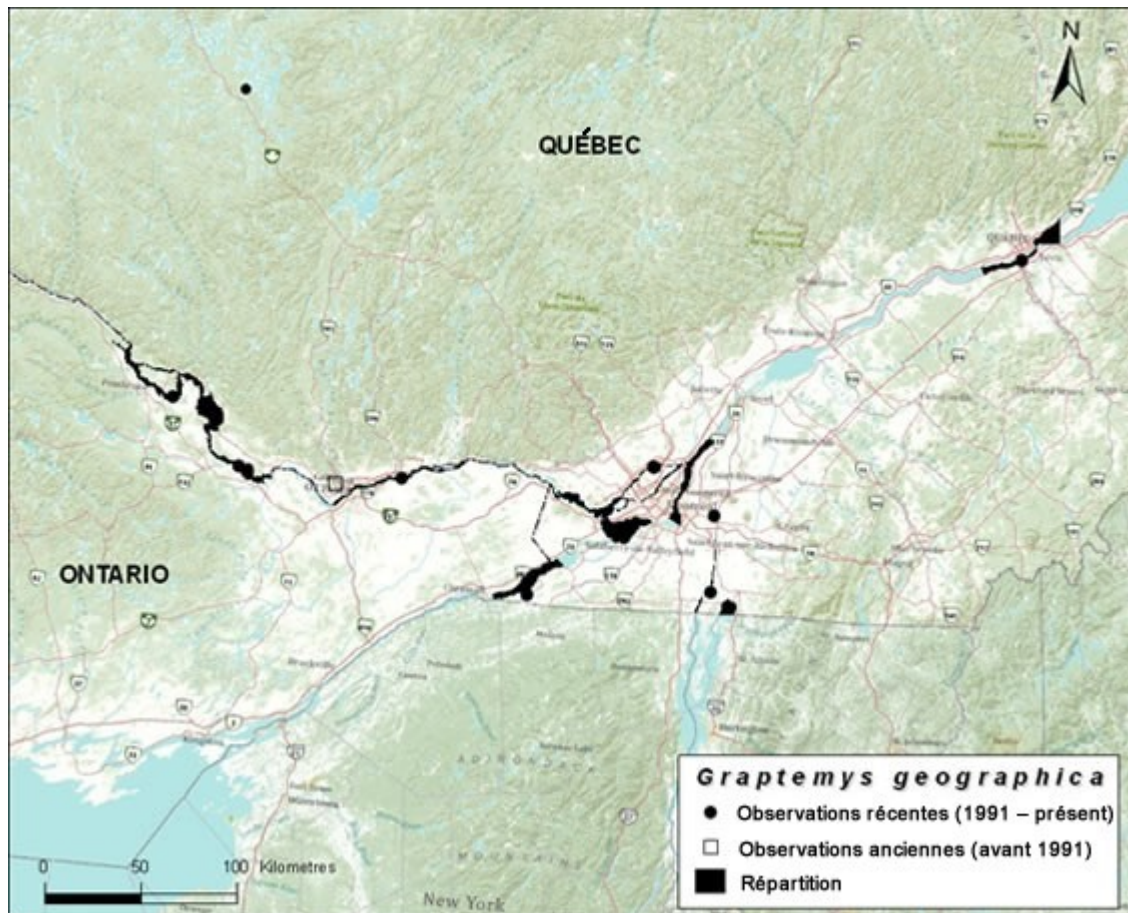


Figure 6.22 Répartition de la tortue géographique au Québec (tiré de COSEPAC, 2012 c)

Menaces

Les menaces qui pèsent sur les populations de tortues géographiques au Québec sont les collisions avec les bateaux, les prises accessoires dans les pêches commerciales, les barrages et écluses qui fragmentent l'habitat aquatique, l'aménagement des rives et le taux élevé de prédation des nids. En ce qui concerne les menaces applicables aux activités des canaux de Chambly et de Saint-Ours, les collisions avec les bateaux, les écluses et barrages, l'aménagement des rives ainsi que la prédation des nids en font partie.

En effet, la circulation de bateaux à moteurs aux voies navigables est considérée comme étant de modérée à dense (COSEPAC, 2010). Près de 20 % des tortues géographiques avaient des blessures provenant d'une hélice à bateau à la voie navigable de Trent Severn (Bernier et Rouleau, 2010).

Ensuite, la construction d'infrastructures de contrôle des niveaux d'eau tels des barrages et écluses cause la fragmentation des habitats de la tortue géographique ainsi que des mortalités lors des opérations d'ouverture et de fermeture de portes (Bernier et Rouleau, 2010 ; COSEPAC, 2012 c). Également, les prises d'eau piègent des individus et peuvent entraîner des mortalités (COSEPAC, 2012c). Une solution devrait être réfléchie pour atténuer les impacts sur cette espèce, car la mortalité de seulement une femelle aux trois ans engendrerait la disparition de la population sur le long terme (Bulté et al., 2010).

Pour continuer, l'aménagement des berges est une menace pour les tortues géographiques, car il a été démontré que la densité de population est inversement proportionnelle à l'intensification des aménagements et des activités récréatives en rives (Carrière et Blouin-Demers, 2010 ; Tessier et Lapointe, 2009). L'aménagement des berges implique plusieurs volets. Tout d'abord, la pratique de nettoyage des rives. Cette dernière se définit par l'enlèvement des éléments naturels présents sur les berges et en eaux peu profondes comme le bois mort, la végétation et les rochers. Cette pratique entraîne la modification et la destruction de l'habitat de la tortue géographique, lequel est nécessaire pour se cacher et thermoréguler (COSEPAC, 2012c). Ensuite, l'augmentation des activités près des plans d'eau est synonyme d'augmentation de fréquentation des sites. En effet, le bruit et la présence humaine dérangent les tortues qui sont reconnues pour leur comportement farouche (COSEPAC, 2012c).

Finalement, le taux de prédation anormalement élevé des nids de tortues en milieu urbanisé contribue au vieillissement des populations de tortues (Browne, 2003). En effet, entre 55 et 95 % des sites de nidification en milieux urbains sont saccagés par des rats laveurs (Bernier et Rouleau, 2010).

Actions

Tout d'abord, pour atténuer les menaces sur les populations de tortues géographiques au Canada, des efforts de conservation, d'inventaire, de surveillance et de recherches sont réalisés à diverses voies d'eau. Dans un but de conservation, des projets d'amélioration et de protection de l'habitat, de protection de nids et de sensibilisation du public sont accomplis aux lacs Érié et Ontario et dans la rivière des Outaouais. Afin d'inventorier les tortues géographiques, des relevés de marquage et recapture, des estimations d'effectifs, des relevés de présence et d'absence sont complétés à la voie navigable de Trent Severn et de la rivière Gananoque, au canal Rideau, aux lacs Érié, Ontario, Sainte-Claire et dans le fleuve Saint-Laurent. Également, le suivi de la qualité de l'eau et des invertébrés benthiques permet de faire des corrélations avec les habitudes de vie des tortues géographiques dans trois rivières, trois voies navigables et six lacs en Ontario et au Québec. Finalement, des travaux de recherches portant sur la démographie, l'établissement de profils génétiques, l'utilisation de l'habitat et besoins en matière d'habitat, causes des mortalités, déplacement et domaine vital, succès de la nidification et menaces pesant sur les populations sont en cours.

Ensuite, un projet de restauration d'habitat a été exécuté avec succès en 2018 en Montérégie, à Saint-Georges-de-Clarenceville. L'étang agricole a été aménagé de manière à favoriser la fréquentation des tortues géographiques et des tortues-molles à épines. À la figure 6.23, on observe le résultat de la collaboration entre Conservation Nature Canada, le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs et la Fondation Hydro-Québec pour l'environnement, qui ont fourni un lieu adapté aux besoins des tortues pour réaliser diverses étapes de vie ; la thermorégulation, l'alimentation, la reproduction et l'hivernation.



Figure 6.23 Projet de restauration et création d'un refuge à tortues géographique et molles à épines à Saint-Georges-de-Clarenceville (Hydro-Québec, 2018)

D'autre part, un plan de rétablissement comprenant vingt-huit mesures a été rédigé en 2005 par l'Équipe de rétablissement de cinq espèces de tortues au Québec et un rapport sur la situation de l'espèce au Québec a été publié par le Ministère de l'Environnement et de la Faune en 1998 (Bonin, 1998).

6.2.2 Tortue-molle à épines

La tortue-molle à épines, *Apalone spinifera*, est une tortue aquatique d'eau douce inscrite à l'annexe 1 de la LEP à titre d'espèce menacée au Canada alors que le COSEPAC recommandait un statut de protection supérieure dans le dernier rapport d'évaluation de l'espèce publié en 2016, soit en voie de disparition. (LEP ; COSEPAC, 2016b). Les tortues-molles à épines pondent de la fin mai à la mi-juillet avec, en moyenne, 19 œufs par nid (Fletcher, 2002, Gillingwater, 2004 ; ÉRTMÉQ). L'éclosion se déroule après 60 à 75 jours d'incubation donc vers les mois d'août et septembre (Fletcher, 2002). Au Québec, les tortues-molles à épines hibernent pendant près de six mois, soit d'octobre à fin avril. Cette longue période est critique pour ces dernières, car elles sont très vulnérables aux oscillations du niveau de saturation en oxygène dans l'eau. Toute intervention qui pourrait altérer les conditions physico-chimiques de l'hibernacle pendant cette période est hautement risquée pour la survie des individus et des populations affaiblies. (Reese et al., 2003 ; Ultsch, 2006) La tortue-molle à épines se nourrit d'écrevisses, d'insectes et de poissons, mais aussi de vers de terre, d'escargots, de bivalves, de petits serpents et d'autres amphibiens (Ernst et Lovich, 2009).

Besoins en matière d'habitat

Cette dernière se retrouve tant dans les lacs et rivières que des plus petits plans d'eau comme des ruisseaux, des étangs et des marais. Elle se déplace en milieu terrestre pour deux raisons : nidifier sur des aires sablonneuses ou graveleuses et se déplacer d'un plan d'eau à un autre. La granulométrie favorite des sites de ponte varie de sable fin à grossier, allant jusqu'à du gravier sableux. Pour réaliser la thermorégulation, la gestation et l'élevage des jeunes, les environnements aquatiques peu profonds sont privilégiés. Cependant, pour l'exposition au soleil, elles peuvent aussi se prélasser sur des rives dénudées de végétation, sur de la végétation flottante, des arbres flottants, des roches exondées en partie ainsi que des structures de béton non abruptes. Les zones peu perturbées sont favorisées aux secteurs modifiés par l'humain. (Galois et Ouellet, 2007) Généralement, elle préfère les profondeurs de moins de trois mètres près de rives sauf en hiver où elle affectionne une profondeur supérieure allant jusqu'à cinq mètres. Les billes submergées et les zones d'herbiers aquatiques représentent des habitats favorables à la croissance des juvéniles, car ils offrent des abris alors qu'ils sont vulnérables à la prédation (Ernst et Lovich, 2009). Son habitat essentiel désigné est présenté sous forme de quadrillage dans le programme de rétablissement. À la figure 6.24, on observe la partie québécoise de son habitat essentiel désigné couvre la rivière Richelieu, le Canal-de-Chambly et le Canal-de-Saint-Ours (ECCC, 2016b).

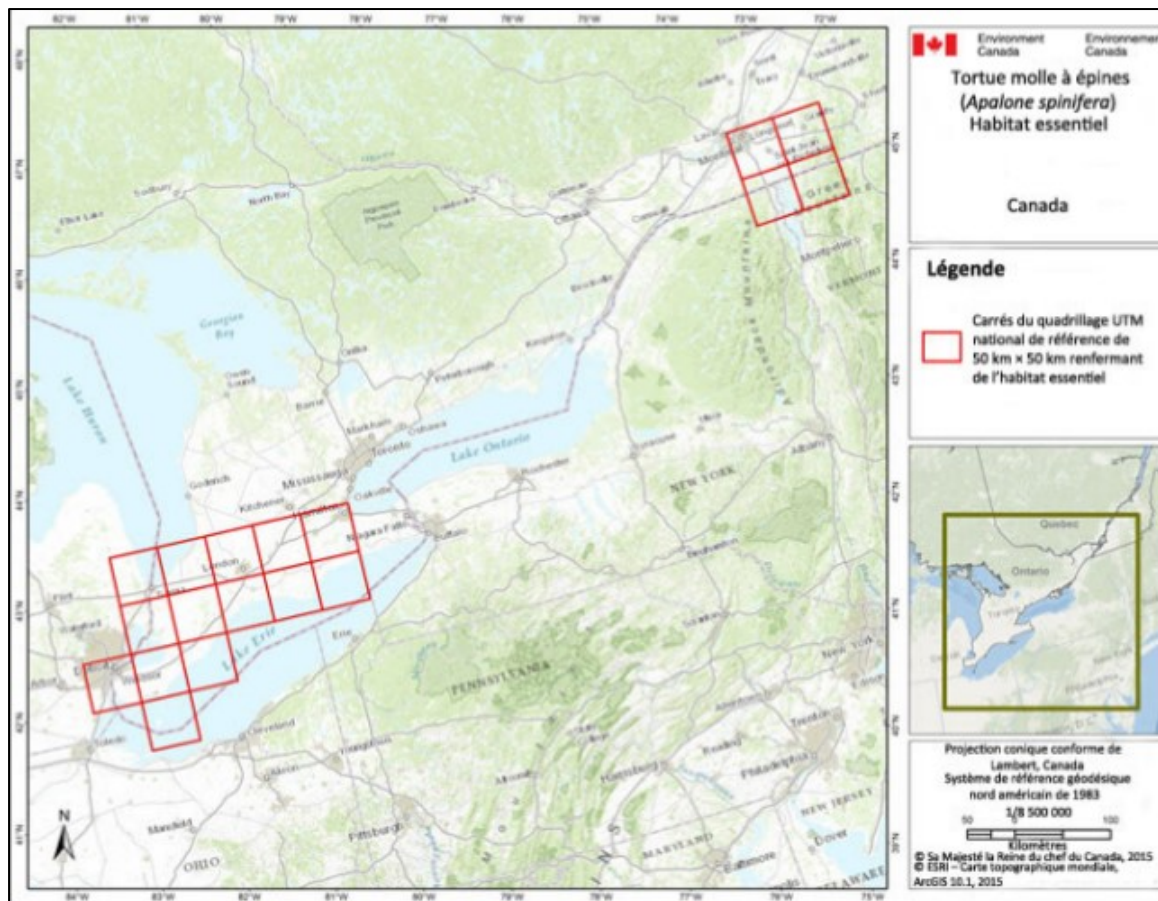


Figure 6.24 Carrés du quadrillage renfermant l'habitat essentiel de la tortue-molle à épines au Canada
(tiré de ECCC, 2016b)

Menaces

En ne considérant que celles qui concordent avec le milieu que sont les canaux de Chambly et de Saint-Ours, les principales menaces à l'espèce sont listées ci-après. Tout d'abord, l'aménagement et l'altération de l'habitat riverain et fluvial engendrent une perte, une dégradation ou une perturbation de l'habitat de la tortue-molle à épines. Ensuite, les fluctuations de niveaux d'eau causés par les barrages et le drainage agricole et les inondations peuvent causer la perte d'une couvée complète par noyade si le nid est inondé entre 12 et 24 heures (ECCC, 2016b). Également, les collisions avec les bateaux de plaisance blessent voire peuvent causer la mort des individus. Les blessures découlant des collisions ou lacérations par les hélices augmentent les taux de mortalité et les probabilités de disparition de l'espèce du même coup. Pour continuer, l'augmentation de prédateurs acclimatés aux conditions urbaines comme le raton laveur, la mouffette rayée et le renard roux qui font la prédation excessive des nids (Rivest et Bergeron, 1988). De surcroît, entre 1999 et 2014, environ 700 000 tortues-molles à épines avaient été capturées au Canada puis exportées pour en faire un animal de compagnie, de la nourriture ou des remèdes traditionnels (U.S.

Fish and Wildlife Service, 2014). Finalement, les espèces exotiques envahissantes comme le roseau commun, *phragmites australis*, et la salicaire commune, *Lythrum salicaria*, colonisent densément les rivages et entraînent une modification et même une perte des habitats de nidification (ECCC, 2018b).

Actions

En 2002, une réglementation provinciale interdisant la capture et la vente des tortues-molles à épines est entrée en vigueur (Galois, 2007). ECCC a rédigé un programme de rétablissement de l'espèce en 2016 et en 2018 qui présentent tous deux un tableau de planification du rétablissement (ECCC, 2016b). Un plan d'intervention provincial a été rédigé en 1997 afin de cadrer les activités pour améliorer la situation de l'espèce au Québec, tels des inventaires de nids et d'individus dans différents secteurs où des observations historiques avaient été relevées. Au fédéral, plusieurs activités de rétablissement ont été complétées. Les équipes de rétablissement des rivières Thames, Ausable et Sydenham en Ontario collaborent pour la conservation de l'espèce. Ils procèdent à de la recherche et surveillance des migrations entre les populations par radiotélémétrie ont été exécutées ainsi que des inventaires par observations, captures et recaptures. Ils s'impliquent également en sensibilisation et communication au public et aux propriétaires fonciers de terres privées que la tortue-molle à épines fréquente. (Gouvernement du Canada, s.d. d) Finalement, le programme de restauration à Saint-Georges-de-Clarenceville susmentionné dans la section sur la tortue géographique a été complété avec succès.

6.2.3 Tortue serpentine

La tortue serpentine, *Chelydra serpentina*, ressemble à un animal primitif avec sa queue dentelée, sa bouche en forme de bec et sa carapace souvent recouverte d'algues (Zooecomuseum, s.d.; Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec [AARQ], s.d.). Elle est la plus grosse tortue aquatique d'eau douce au Canada (figure 6.25). Elle est inscrite à l'annexe 1 de la LEP à titre d'espèce préoccupante au Canada en 2011 suite à la recommandation du COSEPAC en 2009. (COSEPAC, 2008). Les femelles atteignent la maturité sexuelle vers 15 ans. Elles pondent une quarantaine d'œufs entre fin mai et fin juin et 80 % du temps, tard en soirée, après 20 h ou le matin, avant 11 h (Desroches et Rodrigue, 2004 ; COSEPAC, 2008). Elles sont fidèles à leur site de ponte et peuvent voyager jusqu'à 8 km pour s'y rendre (Obbard et Brooks, 1980). La durée et la réussite de l'incubation sont fortement corrélées avec le climat. Par exemple, un été frais, sous 22°C, peut engendrer l'arrêt du développement des embryons alors que la durée peut varier entre 60 à 110 jours (COSEPAC, 2008). La tortue serpentine est omnivore et même charognard avec des animaux récemment décédés, mais se nourrit à 90 % de matières végétales (Ernst et al., 1994 ; Harding,

1997 ; Lagler, 1940). En plus d'être fidèles à leur site de ponte, elles peuvent parcourir jusqu'à près de 4 km pour retourner hiberner au même endroit chaque année, de manière isolée ou groupée (Brown et Brooks, 1994 ; COSEPAC, 2008). La tortue serpentine est fréquemment observée au Canal-de-Chambly, surtout en milieu terrestre en période de nidification. Plusieurs femelles en activité de creusage de nids près de la piste cyclable, majoritairement dans le secteur Fryer, sont aperçues par les visiteurs matinaux ainsi que par les travailleurs de terrain. Néanmoins, des occurrences ont eu lieu près de l'écluse 4 dans le secteur Chambly ainsi qu'au pont 10, à la limite entre le secteur de l'île Sainte-Thérèse et Vieux Saint-Jean.



Figure 6.25 Tortue serpentine adulte (tiré de : Zooecomuseum, s.d.)

Besoins en matière d'habitat

La tortue serpentine s'adapte à une variété d'habitats, mais préfère les cours d'eau à faible courant, au fond vaseux et à une abondance de plantes aquatiques (Paterson et al., 2012). Elle hiberne sous une profondeur d'eau relativement faible, mais assez grande pour éviter le gel et s'ensevelit sous la boue. Également, les souches et autres débris submergés représentent des abris supplémentaires pour elle. (Meeks et Ultsch, 1990). Pour nidifier, elles ont besoin de sédiments meubles, exempts de végétation et près de l'eau, dans lesquelles elles peuvent creuser, tels du sable, du remblai ou du gravier. Pour effectuer sa thermorégulation, elle nécessite des objets exondés dans une eau peu profonde tels des billots de bois ou des roches (Ernst et Lovich, 2009).

Menaces

Le tableau 6.6 ici-bas liste les menaces qui pèsent sur l'espèce.

Tableau 6.6 Tableau d'évaluation des menaces sur la tortue serpentine (tiré de : ECCC, 2016 c)

Menace	Niveau de pré-occupation ^a	Étendue	Occurrence	Fréquence	Gravité ^b	Certitude causale ^c
Perte ou dégradation d'habitat						
Conversion des habitats aquatiques ou riverains à des fins d'urbanisation ou à des fins agricoles incompatibles avec les besoins de l'espèce	Élevé	Généralisée	Courante	Continue	Élevée	Élevée
Gestion des niveaux d'eau	Faible	Localisée	Courante	Récurrente	Inconnue	Faible
Dragage	Faible	Localisée	Courante	Récurrente	Inconnue	Faible
Mortalité accidentelle						
Réseau routier	Élevé	Généralisée	Courante	Saisonnière	Élevée	Élevée
Prises accessoires associées à la pêche	Moyen	Généralisée	Courante	Saisonnière	Modérée/ faible	Élevée
Collisions avec des bateaux	Faible	Localisée	Courante	Saisonnière	Faible	Faible
Utilisation des ressources biologiques						
Récolte légale et illégale	Moyen	Généralisée	Courante	Saisonnière	Élevée	Moyenne
Pollution						
Contamination par des produits chimiques	Moyen/faible	Localisée	Courante	Continue	Modérée/faible	Moyenne
Perturbation ou dommages						
Persécution	Moyen	Généralisée	Courante	Récurrente	Inconnue	Moyenne
Changements aux dynamiques écologiques ou aux processus naturels						
Prédateurs favorisés par les activités humaines	Moyen	Généralisée	Courante	Saisonnière	Modérée	Moyenne

Actions

Au Parc national de la Pointe-Pelée de 2009 à 2012 ainsi qu'au Canal-de-Chambly en 2018, la protection de nids ainsi que la relocalisation des bébés ont été réalisées (Gouvernement du Canada, 2009 ; Agence Parcs Canada, 2018I). Également, sept plans d'action visant des espèces multiples et qui comprennent des mesures de gestion pour le rétablissement des populations de tortues serpentine ont été rédigés (Gouvernement du Canada, s.d. e). Finalement, un plan de gestion de la tortue serpentine au Canada a été

publié en 2016 (ECCC, 2016c). Ce dernier comprend des mesures de conservation et des stratégies générales dans le but de réduire les risques de mortalités, conserver et gérer l'habitat, mener des activités de communication sur l'espèce, réaliser des inventaires et des suivis ainsi que de continuer d'acquérir des connaissances sur les menaces pesant sur l'espèce (ECCC, 2016c).

6.2.4 Menaces communes

Ainsi, la menace dont la préoccupation est la plus élevée est la dénaturalisation des rives (COSEPAC, 2008). Cependant, selon les dires de l'expert en herpétofaune de l'AARQ, monsieur Rouleau, la prédation des nids par les prédateurs adaptés aux conditions urbaines tels les rats laveurs est également l'une des plus importantes. Ensuite, les mortalités routières se classent aussi en tant que menace élevée sur les tortues serpentes. Cela s'explique par le fait que les femelles en quête d'un site de nidification aux conditions idéales, soient exposées directement au Soleil, au-dessus du niveau de nappe phréatique et dans des sédiments meubles, traversent les routes qui elles-mêmes, fragmentent les milieux humides. De surcroît, si la tortue femelle réussit à pondre dans du remblai de route sans accident, le risque que les bébés émergent du nid soient tués par la circulation routière persiste. La mortalité routière a décimé des populations de reptiles en Ontario, dans des secteurs fortement urbanisés, en plus des travaux d'entretien et de nivellement du remblai qui peuvent modifier les conditions physiques des nids, voire écraser les œufs (COSEPAC, 2008 ; ECCC, 2016). Pour continuer, des récoltes illégales de tortues au Canal-de-Chambly se sont déjà observées (F. Ferrer, conversation, 26 juin 2018). Cela étant dit, la capture illégale de tortues est une menace à un niveau de préoccupation moyen les serpentes. Finalement, les pesticides agricoles dans l'eau et autres contaminants causent une baisse de réussite d'éclosion des œufs et une difformité chez les bébés tortues (de Solla et al., 2008).

6.4 Projets bénéfiques aux espèces multiples

Au Canal-de-Saint-Ours, des projets de plantation sur la rive gauche, de démolition du mur au profit de méthodes d'ingénierie biologique ayant une efficacité croissante dans le temps, de collaboration avec les riverains pour l'aménagement d'une bande riveraine, la naturalisation de la berge enrochée sur l'île Darvard, la démolition des infrastructures bétonnées non utilisées du côté stationnement à Saint-Ours au profit de l'aménagement d'une berge naturelle et l'aménagement d'herbiers aquatiques en zones d'eau peu profonde et de faible courant comme retrouvé en amont en rive droite correspondent à des projets qui pourraient être bénéfiques à toutes les espèces fauniques aquatiques. De surcroît, l'installation d'affiches éducatives et sensibilisatrices agissant à titre de rappel des bonnes pratiques qui sont prônées

tant aux canaux que dans les plans d'eau naturels concernant le nettoyage des bateaux, la vitesse, le batillage et sur les zones et espèces sensibles. Ainsi, l'aménagement de berges naturelles, de végétation riveraine, le remplacement d'enrochement ou de murs par des techniques de bio-ingénierie pour le soutènement et le contrôle de l'érosion serait bénéfique à toutes les espèces. La remontée des hélices afin qu'elles soient en surface pour la traversée du Canal-de-Chambly serait une solution pour minimiser ces incidents, car si rien n'est fait, 30 à 70 % de la population canadienne de tortue géographique sera affectée par les blessures des hélices d'ici les dix prochaines années (COSEPAC, 2010).

7. ANALYSE GÉOSPATIALE ET PROPOSITION DE PROJETS

Au Québec, il y a cinq canaux historiques nationaux ; le Canal-de-Chambly, le Canal-de-Saint-Ours, le Canal-de-Lachine, le Canal-de-Sainte-Anne-de-Bellevue et le Canal-de-Carillon (Agence Parcs Canada, 2019 c). Construits et inaugurés il y a en moyenne 150 ans, les canaux étaient initialement des voies navigables conçus principalement pour des besoins militaires et commerciaux (Culture et Communications Québec, 2013 ; Gelly, 2018 ; Agence Parcs Canada, 2012 ; Agence Parcs Canada, 2019d). De nos jours, les canaux sont principalement des lieux de villégiature, attirant différents types de visiteurs, qu'ils soient cyclistes, piétons ou plaisanciers (MPO, 2009). L'Agence Parcs Canada gère et opère ces voies navigables, car ils s'inscrivent dans une des catégories des sites devant être administrés par l'Agence Parcs Canada en vertu de la LAPC. Un bref historique ainsi qu'une description des canaux de Chambly et de Saint-Ours sont alors décrits ci-après.

7.1 Canal-de-Chambly

Pour commencer, un bref historique à propos du Canal-de-Chambly est étalé afin d'introduire le contexte dans lequel ce milieu aquatique d'origine anthropique a été créé. Enfin, une description du canal, des infrastructures maritimes et des municipalités qu'il traverse est exposée. Au fil de ces descriptions et de l'analyse du territoire, des projets adaptés au milieu et aux besoins des espèces sont proposés.

7.1.1 Bref historique

Faisant le pont entre le lac Champlain et le fleuve Saint-Laurent, la rivière Richelieu était jadis une route commerciale d'importance entre le Canada et les États-Unis. (M. Paradis, entrevue, 15 novembre 2018) Le fond du Richelieu entre la municipalité de Saint-Jean-sur-le-Richelieu et le bassin de Chambly se compose de différentes structures naturelles entravant la navigation. Par exemple, on recense des hauts fonds, du socle rocheux ainsi que des battures (MPO, 2009). Pour remédier aux nombreuses entraves à la navigation commerciale entre Saint-Jean-sur-le-Richelieu et le bassin de Chambly, c'est en 1784 que l'idée du projet de construire un canal naquit. Ce n'est que près de cinquante ans plus tard, soit en 1831, que le creusage du Canal-de-Chambly fut entamé. À cause de problèmes financiers, la construction des neuf écluses fut terminée et le canal inauguré seulement douze ans plus tard. C'est donc en 1843 qu'un nouveau milieu aquatique fut créé par l'action humaine. (Agence Parcs Canada, 2018g)

7.1.2 Description du canal et proposition de projets

Le Canal-de-Chambly sillonne trois municipalités sur la rive ouest de la rivière Richelieu ; Saint-Jean-sur-Richelieu, Carignan et Chambly. Les différentes infrastructures et éléments naturels du Canal-de-Chambly sont présentés ci-après en ordre de l'amont vers l'aval. Elles ont été localisées de deux manières. La première fut en étudiant des plans techniques, l'atlas et les outils géomatiques tels que des KMZ via *Google Earth Pro* mis à disposition pour les employés de l'UVNQ. La seconde fut en faisant des observations et confirmations en me rendant sur le terrain.

Tel qu'illustré à la figure 7.1, le Canal-de-Chambly se caractérise par ses neuf écluses échelonnées sur près de vingt kilomètres tout en franchissant un dénivelé d'environ vingt-quatre mètres (Agence Parcs Canada, 2004). Ces dernières permettent de naviguer parallèlement à la rivière tout en évitant les nombreuses entraves naturelles et anthropiques du Richelieu. En plus du Canal-de-Chambly, qui représente l'infrastructure maritime principale, il comprend différentes infrastructures maritimes secondaires, soit des habitats aquatiques et humides tels des siphons, des fossés, des ponceaux ainsi que des déversoirs.

Les siphons sont des ouvrages qui permettent le passage de l'eau sous le canal provenant soit du canal par les déversoirs en amont, soit du drainage de l'eau provenant des fossés, ponceaux de routes et des terrains. Ils sont en eau majoritairement du temps, mais peuvent être à sec en période d'étiage (Stantec, 2019). Les ponceaux sont des structures de canalisation fermées permettant l'écoulement de l'eau sous une route ou parallèle à une route faisant office de fossé fermé (Université Laval, 2012 ; D. Cadieux, discussion, 20 novembre 2018). S'ils sont plus longs que 25 mètres, la faune ichthyenne n'ira pas s'y aventurer plus longuement et retournera sur ses pas (F. Auger, visite terrain, 25 janvier 2019 ; MPO, 2016b). C'est pourquoi les ponceaux longs ne seront pas considérés comme des habitats aquatiques dans le cadre de cet essai. Finalement, les fossés sont de petites tranchées à aire ouverte qui drainent les eaux de surface (ministère des Transports du Québec [MTQ], 2011). Ils sont ennoyés la majorité du temps et peuvent être à sec en période d'étiage selon leur localisation dans le bassin versant. Par exemple, il est observé que les fossés à proximité de la rivière Richelieu, plus en aval, sont plus souvent en eau, même en période d'étiage, que les fossés plus en amont dans le bassin versant. Ces environnements, soit les siphons, les fossés et les ponceaux courts correspondent à la définition d'Environnement Canada d'un milieu humide :

Une *terre humide* est un terrain où la nappe phréatique est à proximité ou au-dessus de la surface, ou qui est saturé d'eau assez longtemps pour créer des conditions

accident ou parce que les conditions physico-chimiques de l’eau du canal conviennent à l’espèce, elles vont utiliser les habitats aquatiques ou humides disponibles pour y compléter l’une ou plusieurs étapes de leur vie (F. Auger, discussion, 25 janvier 2019). Par exemple, l’alimentation, la reproduction, l’hibernation ou la croissance (COSEPAC, 2014). En amont se trouve l’extrémité sud du canal à Saint-Jean-sur-Richelieu (ci-après Saint-Jean), tel qu’illustré à la figure 7.2.



Figure 7.2 Entrée amont du Canal-de-Chambly à Saint-Jean-sur-Richelieu (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018f)

De ce fait, l’eau du Richelieu correspond à la source majoritaire en eau du canal (COVABAR, 2018). Le pont Gouin représente la première infrastructure surplombant le canal. Ce dernier appartient au MTQ et fait l’objet de travaux de construction depuis février 2017 (MTQ, 2019). Près de 400 mètres au nord se trouve le pont du Canadien Pacifique (CP), construit en 1887 (Agence Parcs Canada, 2007). Au sujet de la composition des rives dans ce secteur, environ 90 % sont faits d’enrochement végétalisé dont la végétation recouvre plus de 50 % de la superficie de ces matériaux inertes exondés, 9 % de murs de béton et 1 % d’enrochement non végétalisé (annexe 2). De l’entrée du canal jusqu’à après le pont du CP, les rives sont constituées de murs de béton, identifiés de rose à l’annexe 2 et illustré à la figure 7.3.



Figure 7.3 Murs de béton dans le secteur Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly (UVNQ, 2017)

Ensuite, sur la figure 7.4, il est possible de voir une minorité de matériaux grossiers en bas de pente avec la végétation sur plus de 50 % du talus. Or, l'enrochement se continue jusqu'au fond du canal. Ces zones nommées rives enrochées végétalisées sont identifiées de vert dans la caractérisation des rives à l'annexe 2.



Figure 7.4 Enrochement végétalisé dans le secteur Vieux Saint-Jean au Canal-de-Chambly (UVNQ, 2017)

Entre le pont CP et l'écluse 9, la rive est enrochée de matériaux grossiers sur lesquels de la végétation naturelle a poussé, mais n'a pas recouvert plus de la moitié de l'enrochement. Pour sa part, la rive ouest est un mur de soutènement bétonné. En période hivernale, une patinoire est aménagée en aval de l'écluse 9 sur une longueur d'environ un kilomètre. Il est nécessaire d'abaisser le niveau d'eau du canal à moins

d'un mètre pour minimiser les risques d'incidents sur la patinoire (R. Bernard, conversation, 18 février 2019). Ensuite, en descendant vers l'aval après l'écluse 9, et ce, jusqu'au déversoir 5, soit près de quatre kilomètres en aval, les rives de part et d'autre sont construites en enrochement grossier sur lesquels de la végétation naturelle composée de graminées et d'herbacées se sont enracinés. À mi-chemin, on retrouve la Halte des Moulins Langelier, un terrain engazonné d'environ 300 mètres de long et 40 mètres de large, où sentier piéton, piste cyclable, bancs de parc et table à pique-nique sont aménagés. Une bordure arborée est préservée entre la rivière et le parc (figure 7.5). Cette halte est une digue qui se trouve complètement à l'intérieur du cadastre fédéral.



Figure 7.5 Proposition de projet de création d'habitats à tortues à la halte des Moulins Langelier, secteur Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly (UVNQ, 2017)

Donc, en compilant l'analyse géospatiale et l'analyse des besoins des espèces en péril qui fréquentent le secteur du Vieux Saint-Jean, la première proposition de projet concerne le volet communication, sensibilisation et éducation. Il s'agit de développer un plan de communication adapté au public cible concernant les sujets suivants :

- les berges végétalisées et leurs impacts positifs sur la biodiversité tels que le contrôle des sédiments, la rétention et filtration de l'eau de pluie et de drainage, permettent la montée plus aisée des reptiles et amphibiens sur le milieu terrestre que les murs de béton et l'enrochement non végétalisé ;
- les sites artificiels de nidification et de thermorégulation de tortues ;
- la plantation d'arbres à la halte Langelier.

Ensuite, concernant le volet gestion active des projets compensatoires. En premier lieu, il serait pertinent de s'intéresser à la justification de la patinoire qui nécessite un surabaissement du niveau d'eau du canal (R. Bernard, conversation, 18 février 2019). Il est maintenant connu que les épisodes de gel-dégel sont plus fréquents en hiver à cause des changements climatiques, quantitativement de 29 % depuis 1942 (Ville de Montréal, 2017). En tout état de cause, les patinoires extérieures non réfrigérées ne sont pas durables (Robertson, McLeman et Lawrence, 2015). En définitive, le déménagement de la patinoire sur un site terrestre plus adéquat et facile d'entretien est à considérer. En second lieu, la modification définitive des contrats de tonte afin de laisser la végétation riveraine pousser au lieu de la tondre plusieurs fois dans l'été. En troisième lieu, procéder à la protection des nids de tortues en planifiant un suivi des indices de ponte dans l'habitat de nidification artificiel proposé dans le volet ingénierie écologique. Finalement, la plantation d'arbres à la halte des Moulins Langelier est un projet qui aurait un impact indirect sur la qualité du milieu aquatique, tel que la création de zones ombragées en plus des nombreux services écosystémiques que les arbres rendent (Dupras et Revéret, 2015). Identifié en vert à la figure 7.6, il faudra considérer que le secteur de la halte des Moulins Langelier a été identifié comme un lieu refuge de canards (K. Lalonde, commentaires, 17 mai 2019).

Finalement, à l'égard des projets d'ingénierie écologique, la végétalisation des rives, qu'elles soient en murs de béton, en enrochement non végétalisé ou en enrochement végétalisé, est favorable à la qualité de l'eau, à la qualité de l'habitat aquatique riverain ainsi qu'à la montée en milieu terrestre des espèces de l'herpétofaune. En outre, les infrastructures vertes sont reconnues pour augmenter la santé, la qualité de vie humaine, la cohésion sociale, la résilience communautaire face aux catastrophes naturelles ainsi que l'engagement communautaire contrairement aux infrastructures grises et minérales (Welsh, 2014; Dawn Boyd, 2012). C'est pourquoi il est favorable aux espèces en péril de végétaliser les infrastructures grises, les enrochements et les murs de béton, et de modifier les contrats de tonte des rives de manière à laisser la végétation riveraine s'installer. Or, le remplacement complet de l'enrochement n'est pas favorable en ce qui concerne le volet économique et technique. Des méthodes de végétalisation moins

agressive que le remplacement pourraient être utilisées comme l'ajout de matériaux de plus petite granulométrie afin de combler les trous et l'aménagement de plantes aquatiques.

Pour continuer, la halte des Moulins Langelier représente une opportunité pour l'aménagement de projets d'ingénierie écologique grâce à l'espace disponible d'environ 20 000 mètres carrés. Ainsi, le projet qui cible la création d'habitat de nidification et de thermorégulation pour les tortues identifiées de jaune à la figure 7.5. De surcroît, l'installation de clôtures d'exclusion des visiteurs pour éviter le dérangement des testudines fait partie intégrante du projet. Pour créer une aire de nidification optimale à la ponte, le sol doit être composé de sédiments meubles, qui peut conserver une certaine humidité, mais pas détrempé, d'au moins 15 à 25 centimètres de profondeur, exposé directement au soleil et à proximité d'un plan d'eau (Jutras et Giguère, 2010).

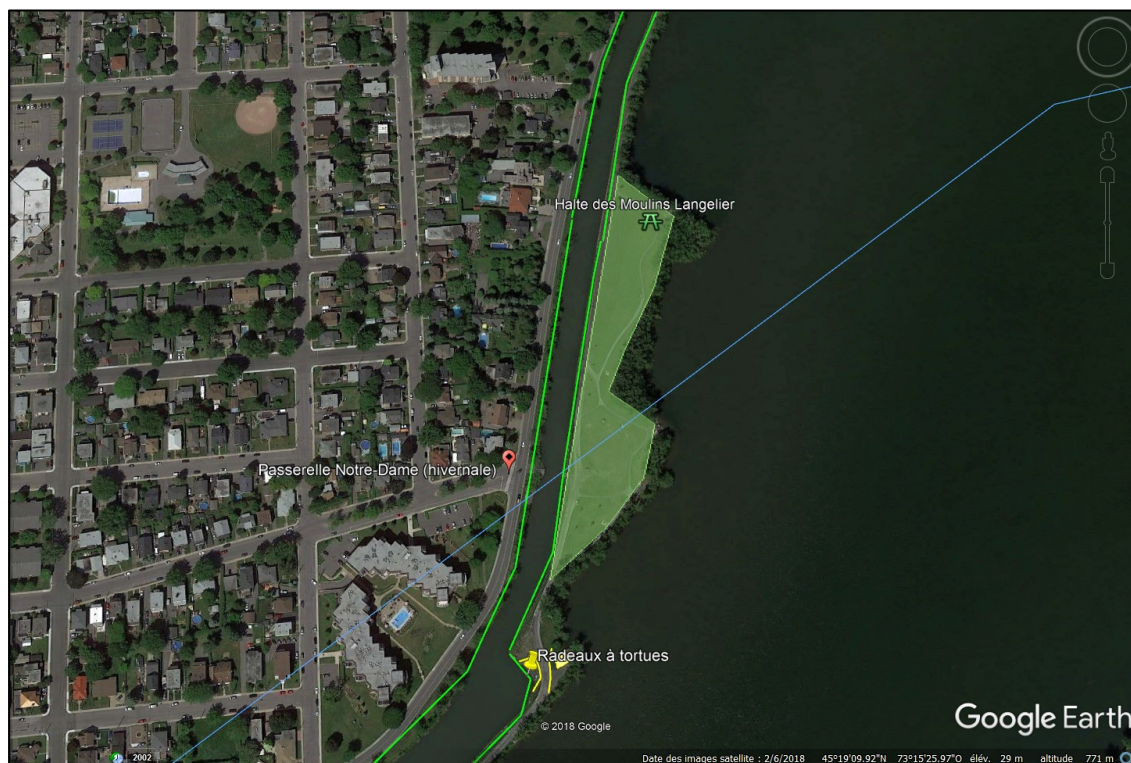


Figure 7.6 Proposition de projet de plantation d'arbres à la halte des Moulins Langelier, secteur Vieux Saint-Jean du Canal-de-Chambly (UVNQ, 2017)

Finalement, concernant les testudines, l'installation de site de thermorégulation tout au long de la rive gauche du secteur Vieux Saint-Jean. En effet, l'éloignement de la piste cyclable est favorable à la tranquillité des individus qui ont besoin de thermoréguler. Un site de thermorégulation nécessite très peu de matériaux et de temps. En effet, une planche de bois flottante fixée par des poteaux de signalisation

enfoncés dans le sol ou au grillage des gabions est suffisante. De plus, les ateliers de Chambly ont un inventaire de planches de bois de frênes à valoriser, ce qui facilite la mise en œuvre de ce projet.

Secteur Île Sainte-Thérèse

Toujours à la Ville de Saint-Jean le secteur de l'île Sainte-Thérèse, illustré à la figure 7.7, débute au pont 10 et se termine au pont 9 qui se trouve à la limite de la Ville de Saint-Jean avec Carignan.



Figure 7.7 Secteur de l'île Sainte-Thérèse, pont 9 et 10 (Agence Parcs Canada, 2018f)

À partir du pont numéro 10, le canal s'élargit jusqu'à environ 170 mètres. Le parc Réjean Malo se caractérise par ses berges en enrochement végétalisé envahies de phragmites, une rampe de mise à l'eau, un stationnement ainsi que des installations récréatives comme des tables à pique-nique et des bancs. Une tortue serpentine y a pondu ses œufs à l'été 2018 et le nid a fait l'objet d'un projet de protection et d'un suivi quotidien. Les vingt-quatre bébés tortues qui ont émergé ont fait l'objet d'une relocalisation dans la rivière Richelieu. C'est pour ces raisons que cette zone serait idéale pour créer des habitats de nidification et de thermorégulation, tel qu'identifié en jaune opaque à la figure 7.8 et pour y mener un programme de lutte au roseau commun, identifié en jaune pâle, qui empiète dans le milieu aquatique, bloque la visibilité du canal aux visiteurs et diminuent la biodiversité du site.



Figure 7.8 Proposition de projets de création d’habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au parc Réjean Malo du Canal-de-Chambly

La rive gauche entre le parc Réjean Malo et l’embouchure de la rivière aux Iroquois est exclusivement aménagée résidentiel, qui se définit par une suite d’aménagement hétérogène. Par exemple, l’absence de bandes riveraines, de l’enrochement non végétalisé et des murs de béton. Des projets de sensibilisation des riverains pour l’amélioration de la bande riveraine.

Tel que susmentionné, environ 1,2 kilomètre en aval du pont 10 se trouve l’embouchure de la rivière des Iroquois dans le canal. La rivière aux Iroquois draine les eaux agricoles et transporte une quantité importante de sédiments, ce qui crée une accumulation de sédiments en forme de delta dans le canal. Ce problème d’érosion et de sédimentation provient de l’eau turbide sillonnant les terres agricoles. Un projet de dragage de ce haut fond pour respecter du tirant d’eau se réalise à l’hiver 2019. Une partie des sédiments dragués ont été entreposés in situ, ce qui crée un haut fond de sédiments meubles, un habitat d’hibernation idéal pour l’introduction d’espèces floristiques aquatiques intéressantes afin de créer un habitat d’alimentation et de croissance pour les poissons, mais aussi pour la propagation du roseau commun. C’est pourquoi un projet de plantation d’espèces floristiques aquatiques et le suivi de l’introduction du roseau commun sont des pertinents aux zones identifiées en brun à la figure 7.9.

Également, des colonies de roseaux communs sont présentes aux zones identifiées de jaunes pâles à la figure 7.9 et des mesures de lutte ou de contrôle de ces zones pourraient être adéquates. Également, des habitats de thermorégulation, nommés des radeaux à tortues sur la figure 7.9, pourraient être installés près de la rive en enrochement végétalisé.

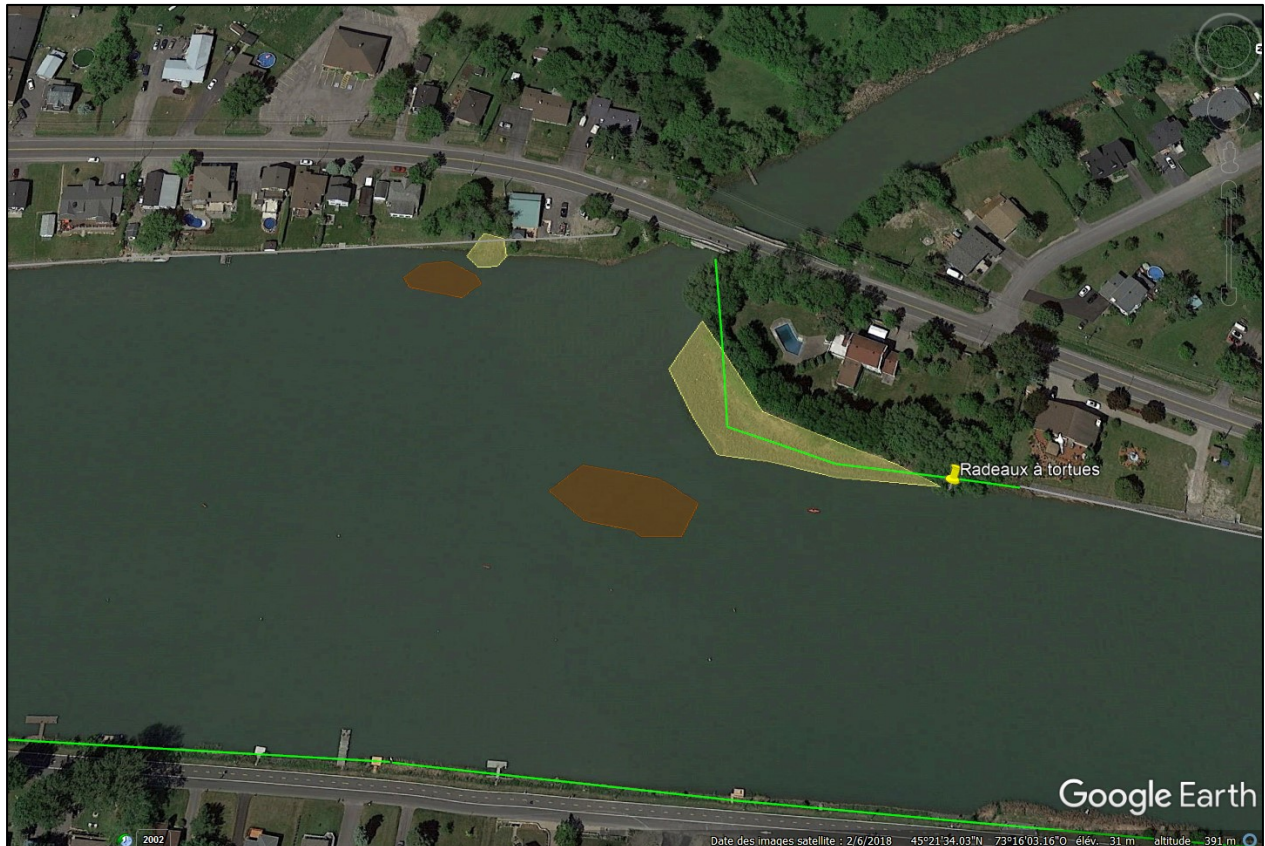


Figure 7.9 Proposition de projets de lutte au roseau commun (jaune) et de plantation d'espèces floristiques et de suivi de propagation du roseau commun (brun) à l'embouchure de la rivière aux Iroquois

En aval de l'embouchure de la rivière aux Iroquois, la rive gauche est majoritairement en enrochement non végétalisé sur une longueur d'environ un kilomètre (annexe 2). La végétalisation de ce secteur est à considérer. Un peu plus de deux kilomètres plus loin, au siphon 3, le canal se rétrécit pour retourner à sa largeur initiale d'environ vingt-cinq mètres. Selon la cartographie des milieux humides du sud du Québec réalisé par Canards illimités, le siphon 3 se caractérise par un milieu humide de type marais, identifié de rose à la figure 7.10 et illustré à la figure 7.11, de part et d'autre du canal (est et ouest). Cependant, le cadastre, identifié de lignes rouges à la figure 7.10, est limité à la rive du canal à l'est puis à la piste cyclable à l'ouest. Ainsi, pour mener un projet d'inventaire et d'acquisition de données dans cette zone, la collaboration avec les propriétaires des lots avoisinants s'avérerait nécessaire.

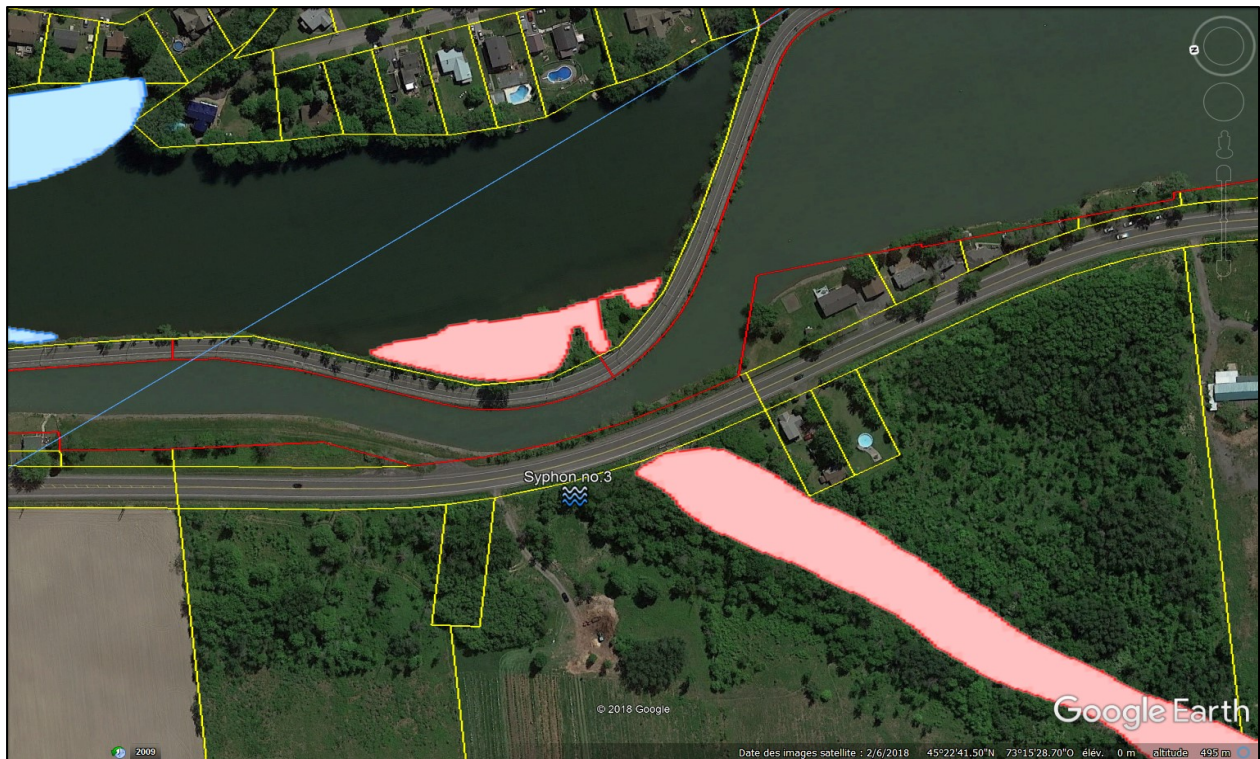


Figure 7.10 Marais au siphon 3 du Canal-de-Chambly (inspiré de : Canard illimité, 2017 ; Agence Parcs Canada, 2018m)



Figure 7.11 Image du marais au siphon 3 (Agence Parcs Canada, 2017 c)

Environ 450 mètres en aval se trouve le pont 9. Sur la rive ouest du pont se trouve une zone d'eau peu profonde, illustrée en bleu, ainsi qu'un marais en rose à la figure 7.12 (Canards illimités, 2017). En effet, l'emplacement des îles Sainte-Marie et Sainte-Thérèse avec le canal et la rivière Richelieu crée une zone d'eau ressemblant à un bras mort. Cependant, ces milieux humides sont en dehors du cadastre fédéral (Agence Parcs Canada, 2018m)



Figure 7.12 Zones d'eau peu profonde et marais entre les îles Sainte-Marie et Sainte-Thérèse, le canal et la rivière Richelieu (tiré de : Canards illimités, 2017 ; Agence Parcs Canada, 2018m)

Enfin, en compilant l'analyse géospatiale et l'analyse des besoins des espèces en péril qui fréquentent le secteur de l'île Sainte-Thérèse, les projets de compensation pour le volet acquisition de données sont les suivants : inventorier les espèces d'amphibiens, de poissons et de reptiles qui habitent le marais au siphon 3. D'une manière générale, ces milieux humides ont une riche biodiversité et les espèces qui le fréquentent sont susceptibles d'également fréquenter le canal. Comme il se trouve à l'extérieur des cadastres du canal, la collaboration avec les propriétaires fonciers, les OSBL et la municipalité s'impose.

Ensuite, concernant les volets collaboration, éducation et sensibilisation, il serait pertinent de prendre contact avec les riverains qui habitent aux abords du canal ainsi qu'avec les agriculteurs jusqu'en amont de la rivière aux Iroquois pour l'aménagement de saines bandes riveraines.

Pour continuer, le volet lutte aux EEE regroupe les projets relatifs à la lutte au roseau commun présent au parc Réjean Malo ainsi qu'à l'embouchure de la rivière aux Iroquois. En effet, ces colonies ont envahi le paysage et des méthodes par excavation, bâchage et plantation d'espèces compétitrices seraient bénéfiques pour la faune aquatique et l'herpétofaune.

À l'égard des projets d'ingénierie écologique dans ce secteur, l'aménagement de sites de thermorégulation en amont de l'île Sainte-Marie dans la zone d'eau peu profonde ainsi qu'à l'intérieur du canal et à l'embouchure de la rivière aux Iroquois fournirait davantage d'habitats aux testudines.

Finalement, le volet gestion active concerne le site de nidification de la tortue serpentine à l'été 2018. Comme cette espèce est connue pour son comportement fidèle à son site de ponte, la surveillance de la ponte, la protection du nid ainsi que la relocalisation des bébés sont essentielles. Ainsi, il est pertinent de faire le suivi des activités de ponte dans ce secteur à l'été 2019.

Secteur Fryer

Le secteur de l'île Fryer (figure 7.13) est intéressant pour l'aménagement de projets de restauration, de création et de conservation pour trois raisons.





Figure 7.14 Marécages, marais et eaux peu profondes à l'Île Fryer (tiré de : Canards illimités, 2017 ; Agence Parcs Canada, 2018m)

Ainsi, l'ajout de sites de thermorégulation et d'une zone de nidification artificielle, identifiée en jaune opaque à la figure 7.15 serait approprié.



Figure 7.15 Proposition de projets de création d’habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au secteur Fryer du Canal-de-Chambly

Deuxièmement, le territoire appartient dans son entièreté à la couronne, ce qui allège le processus en ne nécessitant pas d’entente avec un propriétaire voisin pour tout éventuel projet. Troisièmement, le secteur Fryer est riche en espèces floristiques et fauniques, mais l’Agence ne possède pas d’inventaires complets sur ces composantes. En contrepartie, ce secteur est aussi caractérisé par cinq talles de roseau commun qui sont identifiées en polygones jaune pâle à la figure 7.16.



Figure 7.16 Talles de phragmites au secteur de l'Île Fryer (Agence Parcs Canada, 2018o)

Or, les rives du secteur Fryer sont majoritairement en enrochement non végétalisé. Donc, plus de 50 % de la berge est en matériaux inertes. Ainsi, des activités de naturalisation des berges seraient bénéfiques pour éviter la propagation du roseau commun qui engendre une perte d'habitat, mais aussi augmenter la qualité de la bande riveraine. Finalement, le secteur Fryer représente le joyau du Canal-de-Chambly en termes de biodiversité. Ainsi, un statut de conservation serait approprié pour ce dernier, tel qu'illustré en bleu à la figure 8 de l'annexe 2.

Ultimement, le secteur de l'Île Fryer est adéquat à la réalisation d'inventaires des espèces fauniques et floristiques qui foulent le sol du secteur.

Ensuite, en gestion active le suivi et la protection des nids de tortues ainsi que la plantation d'arbres dans les secteurs en friches et en rives.

Dans la catégorie ingénierie écologique, l'aménagement d'habitats de thermorégulation des tortues dans la zone d'eau peu profonde et d'un site artificiel de nidification à proximité est justifié, car les caractéristiques privilégiées de l'habitat des tortues sont rencontrées. Également, la végétalisation des berges en enrochement.

Ensuite, la lutte aux EEE dans ce secteur cible les cinq colonies de roseaux communs, qui dégradent la qualité des milieux humides et des rives.

En fin de compte, dans la catégorie relâchement de pression, on retrouve la restriction d'accès aux visiteurs aux zones à proximité des nids et des sites de thermorégulation ainsi que l'attribution d'un statut de conservation de l'île Fryer.

Secteur Carignan

Ce secteur se situe entre l'île Fryer et l'Écluse 8. Il est caractérisé par la forte présence de territoire agricole en rive gauche et de terrains résidentiels en rive droite. La sensibilisation des agriculteurs à entretenir une bande riveraine adéquate engendrerait une amélioration de la qualité de l'eau du canal. Les berges sont composées à 70 % d'enrochement végétalisé, à 25 % d'enrochement non végétalisé et à 5 % de murs de béton, tel qu'illustré aux figures 9 à 13 de l'annexe 2. Les berges en enrochement non végétalisé pourraient faire l'objet d'un projet de végétalisation.

En aval de l'île Fryer, un milieu aquatique stagnant, qui illustre un désir passé de concrétiser le projet canal rivière, est présent entre le canal actuel et la rivière Richelieu (M. Paradis, conversation, 15 novembre 2018). À la figure 7.17, on observe que cette zone est endiguée de part et d'autre, munie d'un mur en rive droite et d'une digue en enrochement non végétalisée en rive gauche. Cette zone est reconnue pour sa fréquentation de tortues, qui sont observées régulièrement en thermorégulation sur des billots de bois flottants. Ainsi, l'ajout de site de thermorégulation serait approprié ainsi que le suivi des activités de ponte dans le remblai de la piste cyclable à proximité.



Figure 7.17 Proposition de projets de création d’habitats de thermorégulation de tortues dans le canal-rivière, au secteur Carignan du Canal-de-Chambly

Le parc des Menhirs, situé en rive droite en aval du déversoir 4, est une zone engazonnée d’une superficie d’environ 8 000 mètres carrés. Cette zone exposée directement au Soleil illustrée à la figure 7.18 serait optimale pour l’aménagement d’une aire de nidification artificielle à tortue munie d’une clôture d’exclusion des visiteurs. Un suivi des pontes sera nécessaire ainsi que la protection des nids pour éviter leur prédation.



Figure 7.18 Proposition de projets de création d’habitats de nidification de tortues au parc des Menhirs, au secteur Carignan du Canal-de-Chambly

Ensuite, à l’extrémité aval du Parc du pont 7 se trouve actuellement une zone en friche qui a les caractéristiques convenables pour la nidification des tortues. Exposée directement au Soleil par l’absence de végétation arbustive, un enrochement végétalisé permettant la montée au milieu terrestre, aucun aménagement à proximité, limitant le dérangement, et bien au-dessus du niveau de l’eau, atténuant les risques d’inondation du nid. Ainsi, l’aménagement d’une zone de nidification artificielle ainsi que de radeaux à thermorégulation seraient des projets pertinents pour les espèces de l’herpétofaune qui fréquentent le canal, tel qu’illustré à la figure 7.19. Le suivi et la protection des nids devront être effectués de concert avec l’aménagement.



Figure 7.19 Proposition de projets de création d’habitat de nidification et de thermorégulation de tortues au Parc du pont 7, secteur Carignan du Canal-de-Chambly

Pour continuer, en amont du pont déposé 5 se trouve un bassin deux fois plus large que le reste du canal dans le secteur Carignan. Dans cette zone, des projets d’aménagement d’herbiers aquatiques en bleu avec ainsi que de radeaux à tortues illustré à la figure 7.20 seraient adéquats aux besoins de la faune du canal. Également, des sites de thermorégulation à tortues ont été installés à l’été 2018 en aval du pont déposé 5. Ceci irait donc dans le sens du précédent projet.

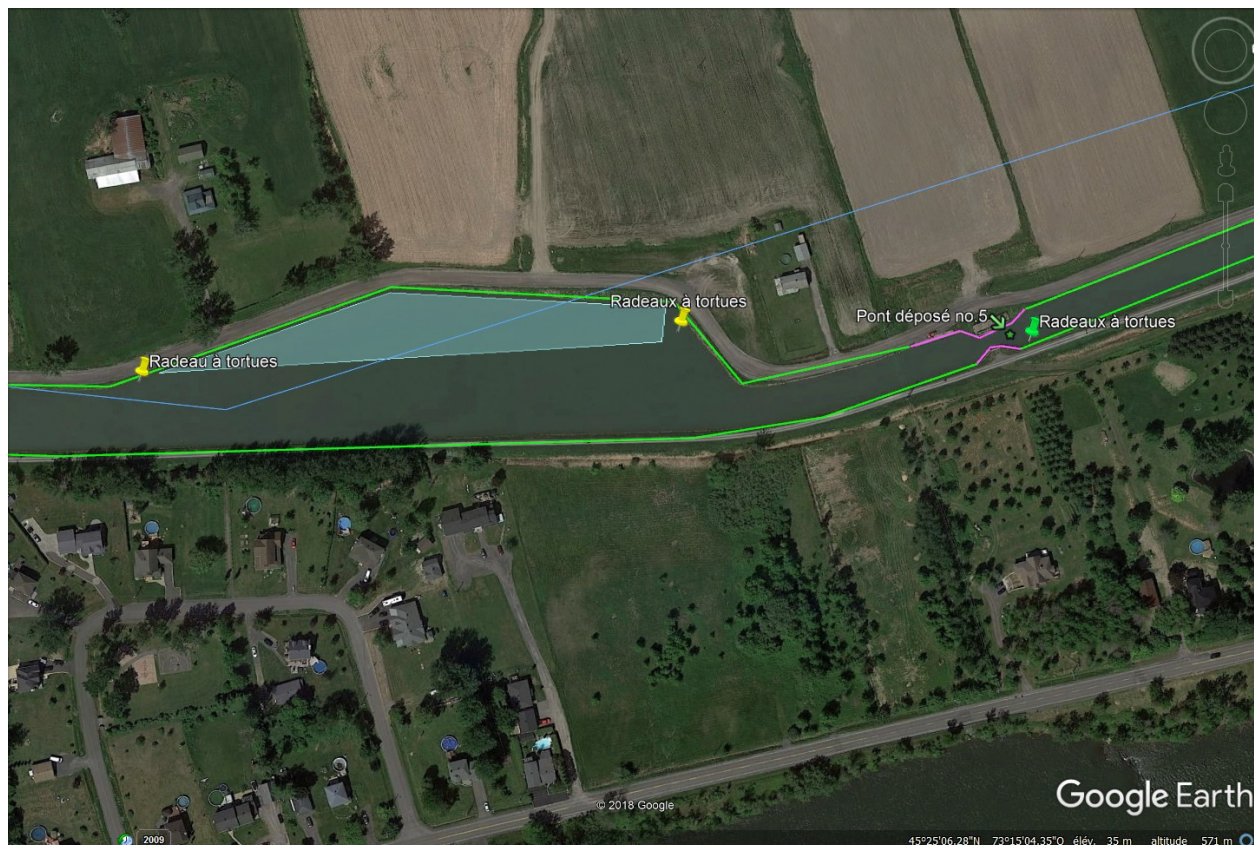


Figure 7.20 Proposition de projets de création d’habitats de thermorégulation de tortues et herbiers aquatiques en amont du pont déposé 5 du Canal-de-Chambly

Tout compte fait, en ce qui a trait aux projets collaboration, éducation et sensibilisation, le secteur Carignan du Canal-de-Chambly rassemble les projets en lien avec l’élaboration d’un plan de communication avec les agriculteurs du secteur afin qu’ils aménagent des bandes riveraines et un second portant sur les sites de nidification aménagés. Par exemple, l’installation d’affichettes informatives dans le but de sensibiliser les visiteurs aux enjeux de dérangement, de prédation et de l’importance de communiquer avec l’Agence Parcs Canada en cas d’observation d’activité de ponte.

Ensuite, le volet ingénierie écologique regroupe sept projets. L’aménagement des sites de thermorégulation dans la zone d’eau peu profonde canal-rivière, la végétalisation des berges en enrochement non végétalisé et en murs de béton, l’aménagement d’aires artificielles de nidification au parc des Menhirs puis dans la zone en friche au Parc du pont 7, l’aménagement d’herbiers aquatiques dans la zone élargit en amont du pont déposé numéro 5 et d’aires de thermorégulation de tortues dans le bassin élargit en amont du pont déposé 5.

Finalement, le volet gestion active couvre les projets de suivi et de protection des nids de tortues au Parc des Menhirs, faire le suivi des tortues dans la zone d'eau peu profonde canal-rivière, à savoir si elles tentent de nidifier aux abords de la piste cyclable et au parc du Pont 7.

Secteur Chambly

Le secteur de Chambly débute à l'écluse 8 et se termine au quai fédéral qui s'avance dans le bassin de Chambly, tel qu'illustré à la figure 7.21.



Figure 7.21 Secteur Chambly du Canal-de-Chambly (tiré de : Agence Parcs Canada, 2018f)

Dans ce secteur du canal, les rives sont composées à 75 % de gabions, une méthode de stabilisation des berges qui créent un mur vertical à l'aide d'empilement de blocs angulaires retenus par des grillages, tel qu'illustré à la figure 7.22.



Figure 7.22 Application de terre végétale pour la végétalisation des gabions au Canal-de-Chambly

Cette technique ne favorise pas la montée des reptiles en milieu terrestre pour y accomplir la reproduction et la nidification. D'autant plus qu'une tortue serpentine a été retrouvée près de l'écluse 4 en 2015, il serait justifié d'aménager des projets compensatoires de type ingénierie écologique tels un site de nidification artificiel, des radeaux de thermorégulation ainsi qu'un module permettant la montée des tortues au milieu terrestre à proximité (figure 7.23). Après analyse, il serait préférable d'installer des radeaux à tortues sur la rive gauche, considérant que l'achalandage de la piste est relativement élevé en journée et que les individus en thermorégulation risquent d'être fréquemment dérangés en rive droite. Or, la zone en friche en rive droite est adéquate pour l'aménagement d'un site de ponte artificiel, car elle n'a aucun usage actuel tant pour les visiteurs que pour les services techniques (M. Desrochers, conversation, 9 juillet 2018). Cependant, la piste cyclable représente un risque de collision avec les tortues, surtout en matinée et en soirée, les périodes privilégiées des femelles pour la recherche de nids et pour la ponte. C'est pourquoi un plan de communication adéquat permettra de sensibiliser les visiteurs à la cohabitation potentielle avec les tortues. De surcroît, l'aire de nidification proposée est à proximité

d'un fossé, communément appelé fossé des ateliers, en limite de propriété et qui a les caractéristiques d'une terre humide, privilégiées des tortues. Ce secteur en aval du pont 4 représente également une opportunité pour un projet de plantation d'arbres.

Également, concernant les projets de collaboration, éducation et sensibilisation, les riverains qui tondent la friche ensemencée spécifiquement sur ces gabions, car le terrain se trouve derrière chez eux seraient pertinents, car cela permettrait de favoriser la prise des végétaux, l'accumulation de biomasse et une meilleure filtration de l'eau de drainage de la piste. En outre, tel que susmentionné, des outils de communication pourraient être développés de concert avec l'aménagement du site de nidification artificiel afin de minimiser les risques de collisions entre les utilisateurs de la piste cyclable et les tortues traversant la piste.

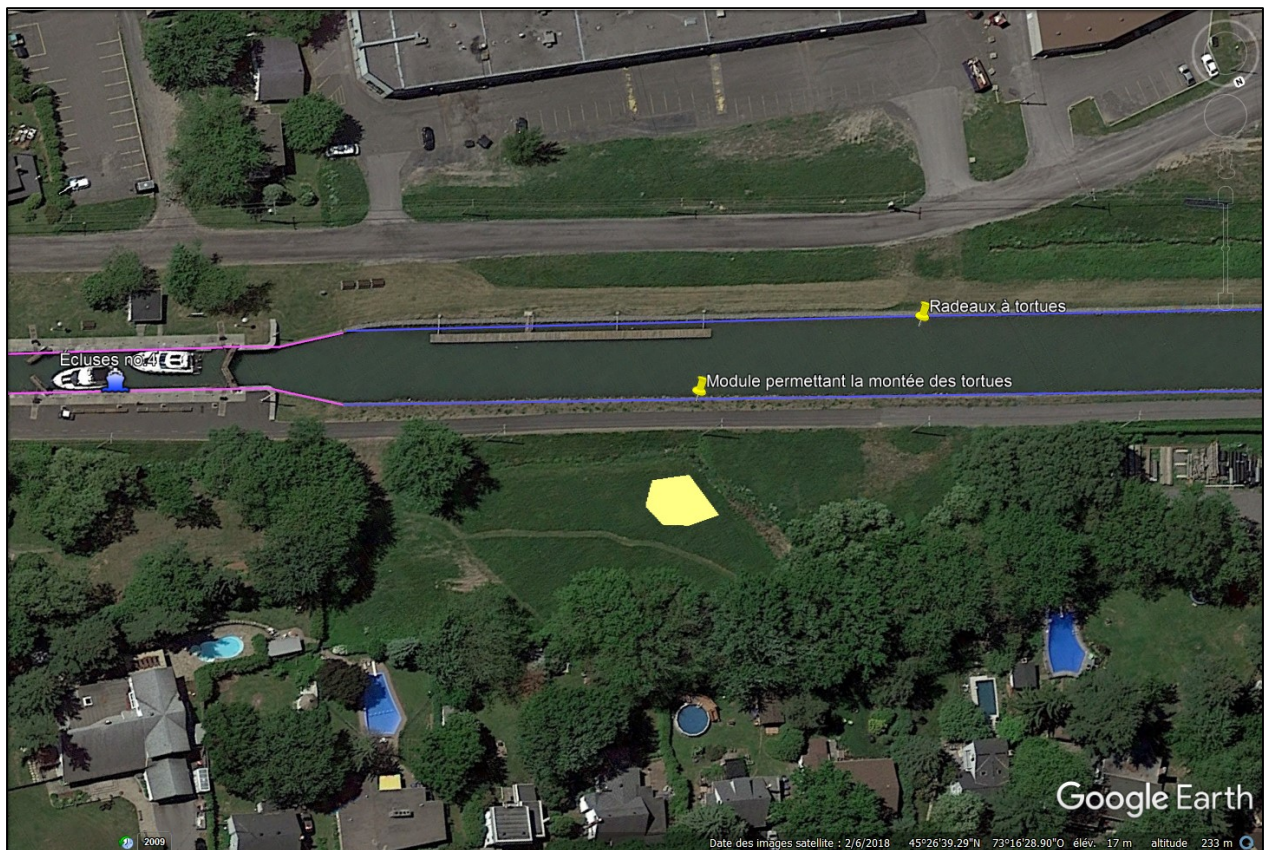


Figure 7.23 Proposition de projets de création d'habitat de thermorégulation et de nidification de tortues ainsi qu'un module pour faciliter la montée, en aval de l'écluse 4 du Canal-de-Chambly

Finalement, l'embouchure du canal avec le bassin de Chambly représente le milieu le plus sensible en termes de présence d'espèces en péril. En effet, le bassin ainsi que le quai fédéral sont inclus dans les

habitats essentiels désignés en vertu de la LEP suivants : chevalier cuirvé, fouille-roche gris, tortue-molle à épines. Il est également à grande proximité de l'habitat essentiel désigné du dard de sable. C'est pourquoi l'aménagement d'herbiers aquatiques en zones d'eau peu profondes, qui représentent des lieux idéaux d'alimentation et de croissance des alevins, serait pertinent pour les besoins des espèces susmentionnées. Ce type de projet nécessiterait la collaboration avec la province ainsi qu'avec

Projets généraux

Les projets généraux s'appliquant aux cinq secteurs du Canal-de-Chambly sont :

1. Conserver le niveau d'eau supérieur en saison hivernale. En effet, la technique de vidanger le canal engendre une modification de l'habitat du poisson dont certains impacts sont connus à ce jour, tel que la mortalité de poissons. Par exemple, certaines zones ont une profondeur inférieure à un mètre et ces endroits gèlent jusqu'au lit du canal, ce qui peut entraîner le gel des individus en dormance menant à leur mortalité. (C.-V. Lussier, conversation, 29 avril 2019)
2. Modifier les contrats de tonte des berges et zones en friches.
3. Mener des campagnes de communication, sensibilisation et éducation des plaisanciers pour :
 - La réduction de leur vitesse pour atténuer l'érosion des berges, la mise en suspension de sédiments dans l'eau et les risques de blessure aux tortues ;
 - La remontée de leur hélice pour atténuer les risques de blessures aux tortues ;
 - Le nettoyage de leur embarcation pour atténuer les risques d'introduction d'espèces exotiques envahissantes ;
4. Créer et coordonner des mini formations, des courriels et/ou des fiches informatives sur les espèces en péril qui fréquentent le Canal-de-Chambly et leurs enjeux pour les employés de terrain de l'UVNQ.
5. Collaborer avec Hydro-Québec concernant l'Anguille d'Amérique.

7.2 Canal-de-Saint-Ours

Dans cette section, un bref historique du Canal-de-Saint-Ours ainsi que les infrastructures maritimes qui le composent sont présentés. Ensuite, la compilation des besoins des espèces qui fréquentent le site ainsi que des infrastructures du site permet de proposer des projets qui atténuent les menaces des espèces en péril et favorisent leur rétablissement.

7.2.1 Bref historique

Le Canal-de-Saint-Ours a été inauguré en 1849, alors que la construction de l'écluse et du barrage permettait de stimuler le commerce sur le Richelieu en permettant la navigation continue en été sur le Richelieu (Sévigny, 1984). Cette première version du barrage était munie d'une passe migratoire. Or, lors de la construction du nouveau barrage entre 1966 et 1969, la passe migratoire Vianney-Legendre, munie d'une échelle à anguilles, n'a pas été reconstruite au même moment, mais plutôt en 2001 (Sévigny, 1990). Ces infrastructures ont été construites dans le but d'atténuer la fragmentation de l'habitat aquatique et de redonner l'accès aux habitats en amont du barrage à la faune ichtyenne.

7.2.2 Description du canal et proposition de projets

Le site historique national du Canal-de-Saint-Ours se divise en secteurs ; la passe migratoire, le barrage et la rive Saint-Roch-de-Richelieu, l'île Darvard et le stationnement (figure 7.24 et 7.25).



Figure 7.24 Secteur stationnement et Île Darvard au Canal-de-Saint-Ours (Agence Parcs Canada, 2018p)

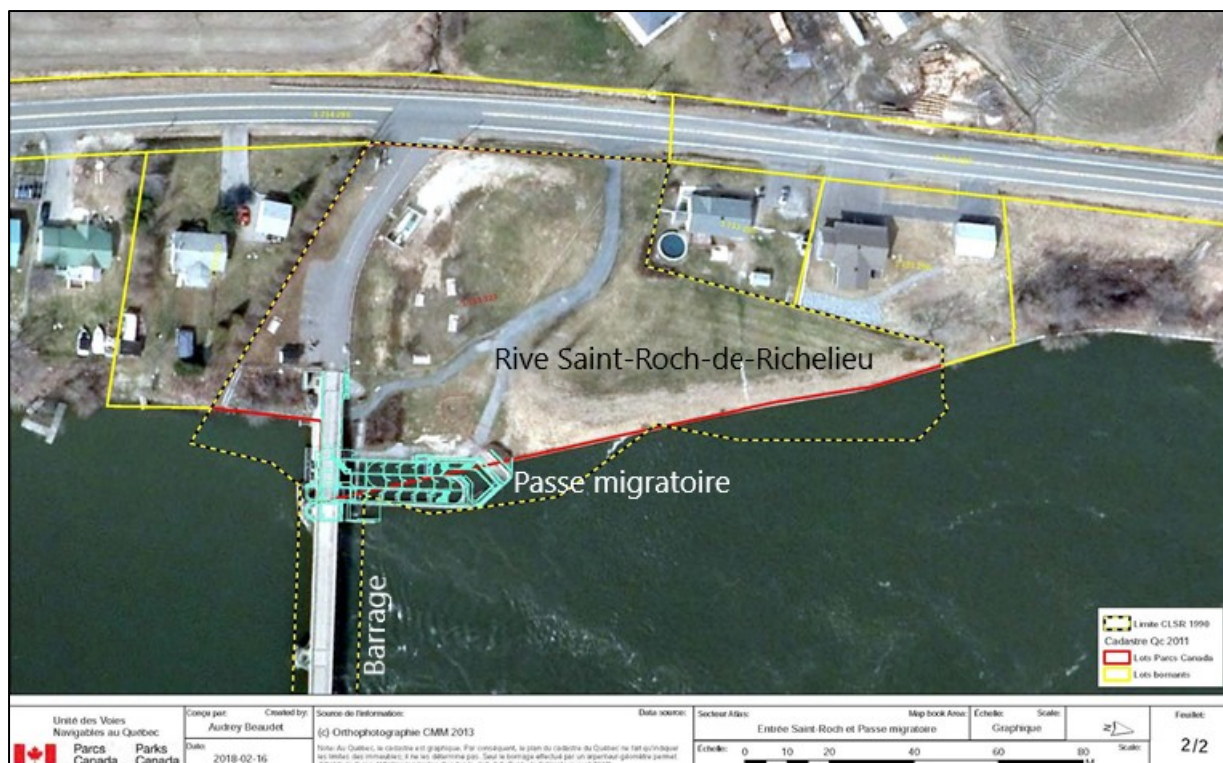


Figure 7.25 Secteur passe migratoire, le barrage et rive Saint-Roch-de-Richelieu au Canal-de-Saint-Ours (Agence Parcs Canada, 2018q)

Passe migratoire, le barrage et rive Saint-Roch-de-Richelieu

La passe migratoire (figure 7.26) est le joyau du Canal-de-Saint-Ours en termes d'outil pour favoriser le rétablissement des espèces aquatiques (C.-V. Lussier, conversation, 17 octobre 2018). En effet, elle atténue l'impact du barrage qui fragmente de l'habitat aquatique, permettant aux poissons de la remonter, comme une échelle, afin d'atteindre les habitats amont (Milieu inc., s.d.). À chaque saison de fraie, de début mai à début juillet, le MFFP met en œuvre le programme de rétablissement du chevalier cuivré via les installations sur la rive Saint-Roch-de-Richelieu. Quatre bassins y sont installés afin de mener la reproduction artificielle et la cryopréservation de la laitance. (Vachon, 2018a) Selon les besoins de l'équipe de mise en œuvre du programme, diverses améliorations pourraient être apportées à ces installations (Agence Parcs Canada, 2017f) Par exemple, aménager des bassins supplémentaires permettant de récolter davantage d'espèces pour mener les différentes études sur l'impact des pesticides sur les espèces de chevaliers (cuivré, de rivière, rouge et blanc). Également, des études ont permis de faire état de la création de remous dans les bassins 8 et 13 de la passe migratoire (Marriner et al., 2016)

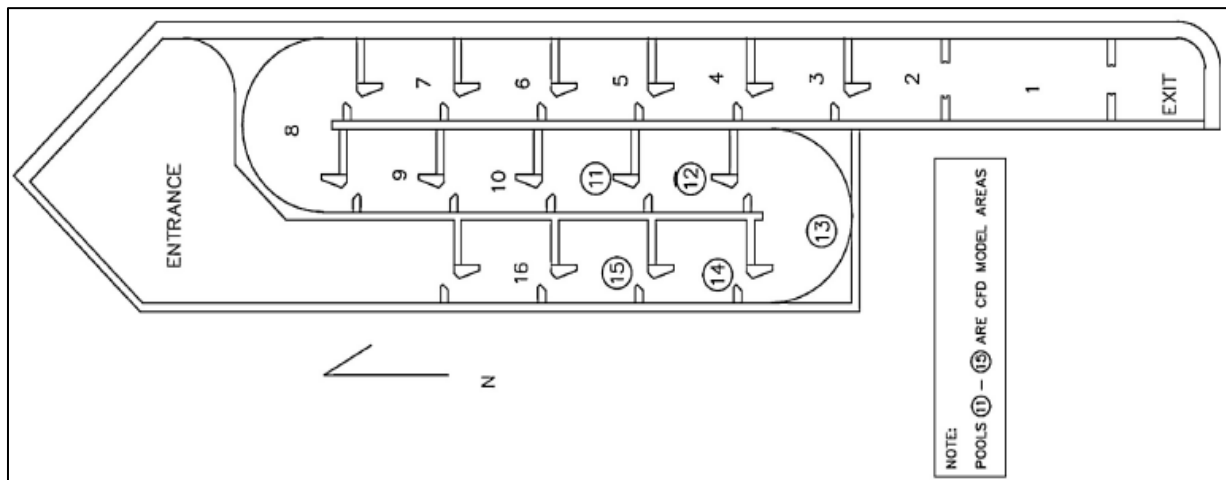


Figure 7.26 Vue en plan de la passe migratoire multi espèces Vianney-Legendre (tiré de : Marriner et al., 2013)

À l'égard des projets de collaboration, éducation et sensibilisation, considérant que l'Université McGill, le MFFP procède à diverses études à la passe migratoire Vianney-Legendre, dont la mise en œuvre du programme de rétablissement du chevalier cuivré, une exigence légale en vertu de la LEP, la continuité d'une bonne collaboration avec cette entité est essentielle. Également, plusieurs améliorations aux installations demandées par l'équipe du MFFP ont été ajoutées à un projet de réfection de la passe migratoire en cours (R. Bernard, conversation, 18 février 2019). Également, à la suite de l'installation des déflecteurs dans les bassins 8 et 13 de la passe migratoire, des études pourraient être nécessaires afin de confirmer l'impact de ces derniers sur les remous et sur l'amélioration du taux de passage des poissons qui en découle. En outre, considérant le taux de passage plus faible du chevalier de rivière dans la passe, des études en collaboration avec des universités sur les causes sont potentielles. En outre, considérant que ce sont les Services Techniques internes de l'UVNQ qui procède à l'installation et à l'hivernisation de la passe à anguilles et de la passe migratoire, il est primordial de procéder à une formation annuelle au printemps avant le début de la fraie. Une mauvaise installation de l'une ou l'autre des composantes peut engendrer l'échec de la fraie et une baisse importante de population qui remonte le barrage à Chambly (Verreault, Tardif et Tremblay, 2014 ; Guillemette, Guindon et Desrochers, 2013). Finalement, tel que décrit dans la section portant sur le chevalier cuivré, un programme de sensibilisation des riverains sur la rive Saint-Roch-de-Richelieu afin qu'ils aménagement des bandes riveraines saines et adéquates au talus et aux inondations afin de stabiliser les sédiments et l'eau de drainage serait important à déployer et pour lequel l'Agence Parcs Canada pourrait participer.

En ce qui concerne les mesures d'ingénierie écologique, comme l'artificialisation des berges est une menace récurrente envers la faune ichtyenne, la végétalisation et la renaturalisation des berges en mur de béton et en enrochement non végétalisé au Canal-de-Saint-Ours sont des priorités. Ensuite, des projets d'amélioration de l'échelle à anguille par l'agrandissement du diamètre des tuyaux et l'amplification de la pente de ces derniers entre l'amont et l'aval pour atténuer le phénomène de retour sur leurs pas lorsque la pente des tuyaux est trop faible (Agence Parcs Canada, 2017g). En effet, lors de sa construction, les tuyaux choisis étaient de diamètre supérieur, mais ils ont été changés depuis pour des tuyaux de diamètre inférieur, avec des coudes à 90 degrés, ce qui pourrait abaisser le taux de réussite des anguilles à traverser la passe, mais plutôt à retourner sur leur pas. De surcroît, il serait pertinent de végétaliser le talus sur la rive Saint-Roch-de-Richelieu à l'aide de végétaux dont les racines sont stabilisantes et filtrantes. Ceci permettrait de lutter contre l'érosion des sols à cet endroit.

En gestion active, le guide d'opération du barrage pour la gestion de l'eau ainsi que le guide de gestion du barrage pour optimiser la fraie des poissons devrait être mis en commun afin de rédiger un guide de gestion du barrage qui considère tous les enjeux, incluant la vidange des tunnels. En effet, des sédiments provenant de la rivière s'accumulent depuis des années dans les tunnels sous le barrage. Une vidange de ces derniers devrait se faire à une récurrence donnée. Cependant, cette technique d'entretien du barrage n'a pas été réalisée depuis des années et les sédiments se sont accumulés en grande quantité. Considérant que la frayère en aval du barrage est fréquentée par des espèces en péril, le relargage de sédiments accumulés pourrait colmater la frayère, ensevelir les œufs, réduire le taux de survie des larves, etc. Or, si les tunnels ne sont pas vidés de leurs sédiments, il ne sera plus fonctionnel, ce qui devient une question de sécurité.

En dernier lieu, une mesure de relâchement de pression serait idéale pour le Canal-de-Saint-Ours en attribuant un statut de conservation au site.

Secteur Île Darvard

Le secteur de l'île Darvard, illustré à la figure 7.24, est caractérisé par des berges en enrochement non végétalisé du côté rivière et par une rive en murs de béton du côté de l'écluse, tel qu'illustré à la figure 6.8 à la section portant sur les menaces qui pèsent sur le chevalier cuivré. La partie nord de l'île est aménagée d'un camping avec des tentes o'TENTIK dans le but de favoriser l'expérience du visiteur à cet endroit. Au centre de l'île se trouve un boisé en topographie plus élevée et fragmenté par une route utilisée par les travailleurs de terrain ainsi que par les visiteurs. Alors que le sud de l'île comprend une logette permettant

d'opérer le barrage. L'aménagement d'herbiers aquatiques dans la zone d'eau peu profonde en aval du barrage, près de l'île, permettrait aux chevaliers cuivrés d'obtenir un habitat supplémentaire de croissance et d'alimentation.

Tel qu'illustré à la figure 7.27, il importe de mentionner qu'en période de crue, la partie nord de l'île jusqu'au boisé couvrant le sud, est inondé parfois un peu d'eau au sol et d'autre fois, jusqu'à la base des tentes o'TENTIK sur pilotis (Centre d'expertise hydrique du Québec [CEHQ], 2019 ; R. Bernard, conversation, 22 avril 2019). Ainsi, la mise en œuvre d'un projet de plantation d'arbres adaptés aux sols humides et inondés permettrait d'atténuer l'érosion en période d'inondation (Ennos, 2016 ; Dupras et Revéret, 2015). Aussi, considérant que l'île Darvard est très fréquentée par les visiteurs grâce aux tentes o'TENTIK, aux multiples zones de repos avec tables à pique-nique et bancs et des sentiers dans le boisé, l'installation d'affiches informatives à but éducatif afin de sensibiliser les visiteurs aux enjeux des espèces en péril serait adéquate. Finalement, afin de conserver les frênes matures sur l'île qui stabilisent les sols et filtrent les eaux, un plan de lutte à l'agrire ainsi que le traitement de ces derniers est primordial.



Figure 7.27 Cartographie des zones inondables au Canal-de-Saint-Ours (CEHQ, 2019)

Stationnement

Le secteur du stationnement est intéressant pour les mesures d'ingénierie écologique, car il est majoritairement en rive en enrochement non végétalisé et en murs de béton. Également, il est entouré de zones d'eau peu profondes qui ont les conditions idéales pour créer des habitats tels des herbiers aquatiques, des débris ligneux, etc. En outre, la zone en jaune sur la figure 7.28 représente un milieu humide, qui serait bonifié par l'aménagement d'habitats aquatiques à proximité (SNC-Lavalin inc. (2018)). Finalement, la démolition de la rampe de mise à l'eau désuète et rendue inaccessible permettrait de renaturaliser la berge à cet endroit.

Finalement, les projets sont illustrés à la figure 7.28.

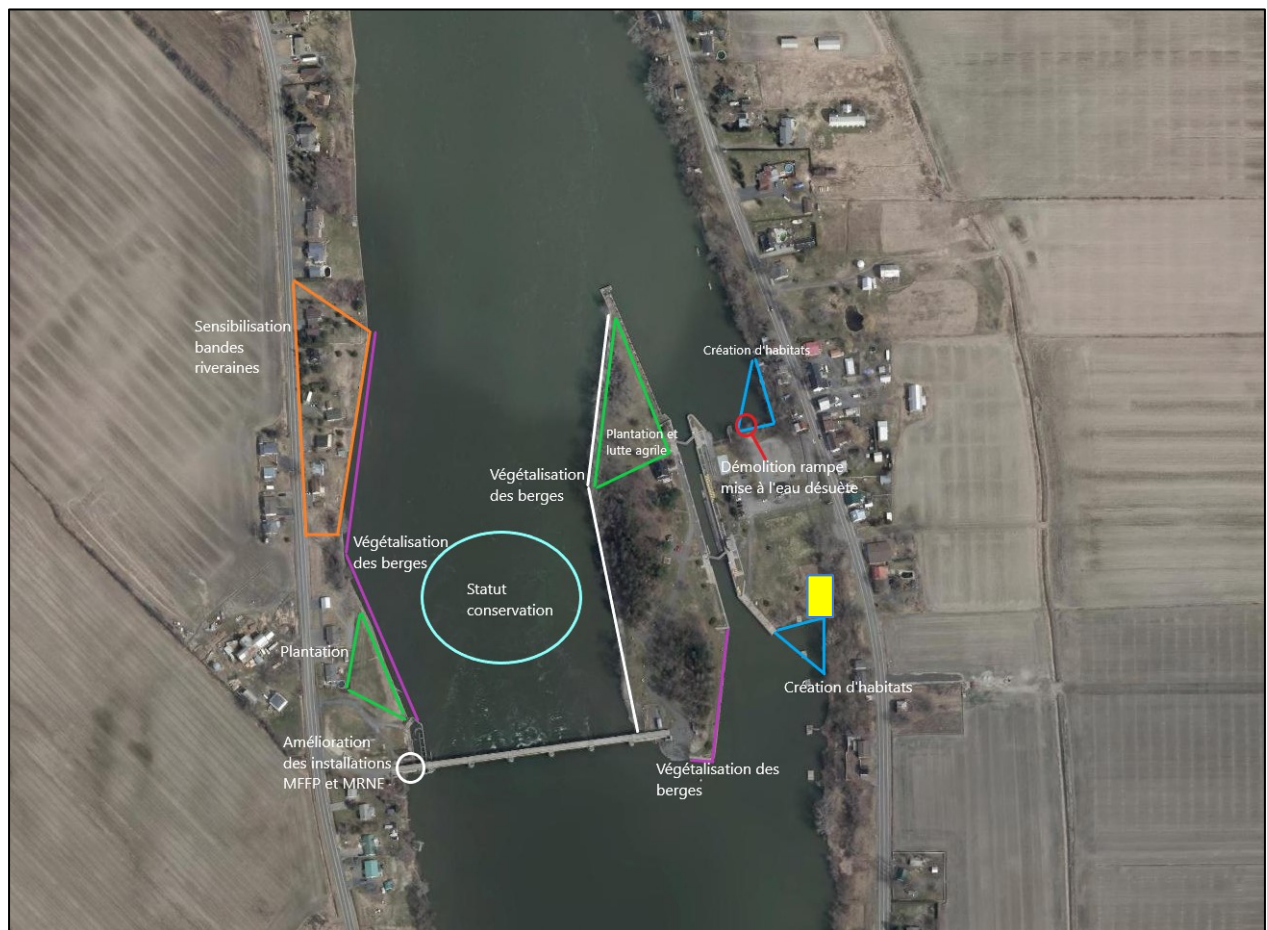


Figure 7.28 Cartographie des projets au Canal-de-Saint-Ours

8. ANALYSE MULTICRITÈRE

La méthodologie ainsi que le choix de la pondération des dimensions et l'analyse des indicateurs seront expliqués et justifiés dans cette section. Les différents secteurs sont évalués pour l'aménagement efficace et performant de projets compensatoires.

8.1 Outil d'analyse ; boussole bernoise

L'outil d'analyse utilisé dans cet essai s'inspire de la boussole bernoise. Cet instrument permet d'apprécier les effets d'un projet sur le DD. Les critères d'évaluation sont les indicateurs qui appartiennent à différents champs thématiques. Ces derniers découlent de diverses dimensions. Ces indicateurs sont choisis de façon à caractériser le mieux possible les divers champs thématiques. Une échelle semi-quantitative de -2 à +2 sert à évaluer les indicateurs :

- -2 : L'effet du projet va dans le sens inverse des valeurs de l'Agence Parcs Canada selon cet indicateur (effet important)
- -1 : L'effet du projet va dans le sens inverse des valeurs de l'Agence Parcs Canada selon cet indicateur (effet faible)
- 0 : Les projets n'ont pas d'effet particulier des valeurs de l'Agence Parcs Canada selon cet indicateur
- +1 : L'effet du projet va dans le sens des valeurs de l'Agence Parcs Canada selon cet indicateur (effet faible)
- +2 : L'effet du projet va dans le sens des valeurs de l'Agence Parcs Canada selon cet indicateur (effet important)

Puisque certains indicateurs ont plus d'importance que d'autres sur l'atténuation des menaces et le rétablissement des espèces en péril aux canaux, sur l'importance de l'effet sur les ressources culturelles, l'expérience du visiteur, la faisabilité technique et économique, une pondération individuelle leur est attribuée. Le résultat obtenu (- 2 à + 2) est ensuite multiplié par la pondération. Puis, les notes de chaque indicateur sont additionnées ce qui donne un chiffre qui se trouve entre - 200 et + 200. D'un côté, une valeur positive indique que les projets sont des solutions qui vont dans le sens des valeurs et priorités de l'Agence Parcs Canada. D'un autre côté, une valeur négative signifie que les projets ne vont pas dans le sens des valeurs et priorités de l'Agence Parcs Canada. Plus la valeur est élevée, plus les projets sont prometteurs. Le résultat obtenu correspond à un profil des forces et des faiblesses qui fournit des informations sur le potentiel d'optimiser le projet. Il représente également une évaluation globale du point

de vue du développement durable. Le choix de cet outil s'explique par l'absence d'utilisation de bases données volumineuses. En effet, il s'appuie majoritairement sur les connaissances et les appréciations de l'expert de façon claire. (Office de la coordination environnementale et de l'énergie de canton de Berne [OCEE], 2008)

8.2 Choix de la pondération des dimensions

L'aménagement de projets de restauration écologique, développé selon une perspective de développement durable, tout en respectant les valeurs et les priorités de l'Agence Parcs Canada, prend en compte trois enjeux selon un degré d'importance différent. La dimension environnementale détient une pondération de 40 %. En effet, l'Agence Parcs Canada a pour mandat de protéger et conserver l'intégrité des ressources naturelles et culturelles. Or, les dimensions sociale et économique sont fortement influencées par la dimension environnementale, telle qu'illustrée par le nouveau schéma concentrique du développement durable en figure 8.1. En effet, l'environnement désigne la sphère dominante.

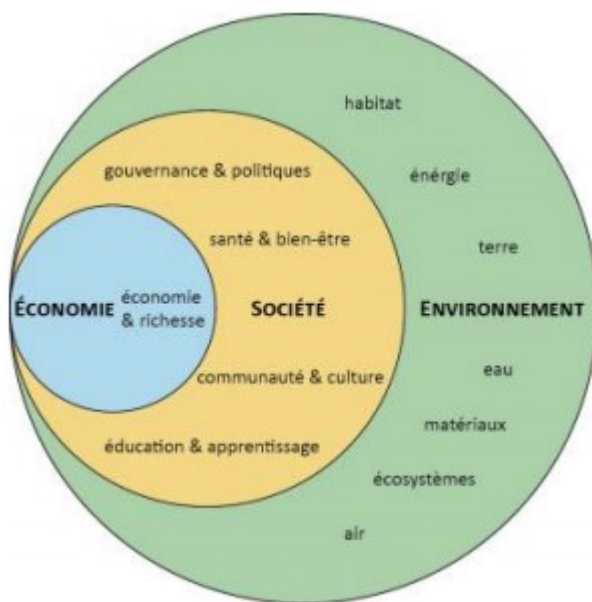


Figure 8.1 Schéma concentrique du développement durable (K. Marineau, note de cours, 6 avril 2017)

Selon cette approche, la dimension sociale présente une pondération de 35 %. Elle est donc la seconde dimension la plus importante à considérer dans la mise en œuvre de projets de restauration écologique. En effet, l'expérience des visiteurs et l'acceptabilité sociale sont l'une des priorités de l'Agence Parcs

Canada. Finalement, la dimension économique possède une pondération de 25 %, car elle est importante pour évaluer si un projet est réalisable.

8.3 Analyse des indicateurs

Chaque dimension reçoit un poids relatif à son importance dans la prise de position sur la mise en œuvre des projets. Ensuite, ce poids est partagé en indicateurs selon l'influence qu'ils exercent dans la décision de mettre en œuvre les projets.

8.3.1 Dimension environnementale

La dimension environnementale possède une pondération de 40 %. Les indicateurs sélectionnés sont basés sur les principales menaces pesant sur les espèces ainsi que la capacité des projets à les atténuer. Comme l'essai porte sur les projets de restauration écologique au projet des espèces en péril, l'indicateur « atténue les menaces sur les espèces en péril » obtient une pondération supérieure aux deux autres avec 20 %. Ensuite, l'amélioration la qualité de l'eau et de la biodiversité sont ex æquo avec 10 % de pondération chacun. En effet, une mauvaise qualité de l'eau est l'une des menaces les plus citées dans les programmes de rétablissement des espèces en péril alors que toute modification ou perte de biodiversité impactent également plusieurs espèces à la fois.

8.3.2 Dimension sociale

La dimension sociale détient une pondération de 35 % qui se répartit sur deux indicateurs. Le premier en importance est la « préservation des ressources culturelles » considérant qu'il est dans le mandat de l'Agence Parcs Canada de ce faire afin de conserver le patrimoine canadien pour les générations futures. Ensuite, l'expérience du visiteur représente un volet d'importance pour l'Agence Parcs Canada. C'est pourquoi cet indicateur obtient une pondération de 15 %.

8.3.3 Dimension économique

La dimension économique reçoit une pondération générale de 25 % qui se divise en deux indicateurs ; les coûts avec 15 % et la complexité technique avec 10 %. En premier lieu, considérant que l'Agence Parcs Canada est une entité fédérale, le budget provient des impôts et taxes de tous les Canadiens. Ainsi, les projets doivent être justifiés sur le volet économique. Plus un projet coûte cher à mettre en œuvre, plus son évaluation était négative. Par exemple, pour un projet de plantation d'arbres, des boutures ont un coût raisonnable et c'est pourquoi ce projet recevait une évaluation de + 1. En second lieu, la complexité

technique influence la valeur économique d'un projet, car plus la complexité d'un projet est élevée, plus il coûte cher. Par exemple, lorsqu'un projet nécessite de l'expertise de consultation à l'externe, les frais sont plus élevés que lorsque le projet nécessite une ressource interne pour aller installer un habitat de thermorégulation. La complexité technique rassemble donc le besoin en ressources humaines, en temps pour effectuer des visites de suivi et le niveau d'ingénierie nécessaire à la mise en œuvre du projet.

9. RÉSULTATS

Les projets compensatoires se scindent en deux catégories. La première étant l'ingénierie écologique, qui nécessite les volets de gestion de projets suivants : collaboration, éducation et sensibilisation, gestion active, acquisition de connaissances, lutte contre les EEE. La seconde étant les mesures de relâchement de pression. Chacun des projets ont été pris, un par un, puis proposés à certains secteurs présentant d'ores et déjà les caractéristiques d'habitat convenable pour l'espèce, car les espèces ont déjà été observées dans le secteur. Ces projets ont été évalués sur l'échelle semi-quantitative entre - 2 et + 2 pour chacun des indicateurs selon s'il va dans le sens des valeurs de l'Agence. Le pointage total de chacun des projets illustre s'il est durable de les mettre de l'avant ou non. Plus le pointage est fortement positif, plus il est adéquat pour l'Agence de le mettre de l'avant. Le tableau 9.1 illustre les résultats de l'analyse multicritère.

9.1 Collaboration, éducation et sensibilisation

Le développement d'outils de communication ciblés aux visiteurs pour les sensibiliser aux divers enjeux environnementaux et aux nouveaux projets tels que les friches, les sites de thermorégulation et de nidification des tortues, ainsi que les formations aux employés ont tous reçus une cote maximale en ce qui concerne l'atténuation des menaces sur les espèces en péril et l'amélioration de la biodiversité, soit de + 2. Effectivement, la plus grande cause de perte de biodiversité est la méconnaissance de cette dernière alors que la solution est l'éducation environnementale (K, Marineau, note de cours ENV 809, 20 septembre 2016). De plus, en ce qui concerne l'impact des projets de sensibilisation des riverains et agriculteurs sur l'artificialisation des berges et l'absence de bande riveraine, il est fortement positif sur l'amélioration de la qualité de l'eau et ils recevaient tous une cote de + 2. En effet, l'artificialisation des berges contribue directement à la mise en suspension de sédiments, à l'apport de pesticides et de nutriments dans le plan d'eau récepteur des eaux de drainage, ici le canal. Or, au sujet des outils de communication pour la protection de sites de nidification et de thermorégulation de tortues et la collaboration avec Hydro-Québec au sujet des anguilles d'Amérique, ils n'ont aucun impact sur la qualité de l'eau. C'est pourquoi ils ont reçu une cote de 0. En ce qui concerne la préservation des ressources culturelles, les projets de ce volet n'ont aucune influence et recevaient donc une cote de 0. Or, l'expérience des visiteurs est améliorée par ces projets, car en présence d'outils de communication qui permettent aux visiteurs de comprendre les efforts de l'Agence en gain pour la biodiversité et l'environnement, l'acceptabilité, la cohésion et l'engagement social se voient augmentés (Dawn Boyd, 2012). Pour cet indicateur, les projets de ce volet recevaient une cote de + 2. Finalement, la cote des projets pour l'indicateur « coûts » variait selon le besoin en ressources humaine, financière et temps. Par exemple, les projets de collaboration avec les riverains et

les agriculteurs pour l'amélioration de leur bande riveraine nécessitent davantage de ressources humaines et de temps que les projets de publications sur les réseaux sociaux et d'installation d'affiches qui ont un coût faible. En effet, plusieurs déplacements pour des rencontres avec les diverses parties prenantes ainsi que pour des visites terrain sont requis et les ressources affectées au projet devront être disponibles pour toutes ces dernières. C'est pourquoi les projets de collaboration avec les riverains et agriculteurs recevaient une cote de - 1 alors que les autres projets de collaboration avec Hydro-Québec, d'éducation et de sensibilisation des visiteurs et des employés de l'UVNQ recevaient une cote de + 2. Finalement, la complexité technique d'un projet a été évaluée en fonction du besoin en termes de connaissances techniques pour assurer la réussite du projet. Par exemple, s'il est nécessaire de faire produire des plans et devis signés par un ingénieur ou avec de la machinerie lourde, le projet recevait une cote de — 2. Dans le cas contraire, si le projet peut se concrétiser via les services internes de l'Agence tels que les services techniques avec des équipements manuels, le projet recevait une cote de + 2. C'est pourquoi tous les projets de ce volet ont reçu une cote de + 2.

9.2 Gestion active

À l'égard des projets de gestion active, la modification de contrat de tonte recevait des cotes + 2 à tous les indicateurs à l'exception de la préservation des ressources culturelles et l'amélioration de l'expérience des visiteurs. Cela s'explique du fait que la végétalisation des rives par des vivaces et graminées contribue à sa naturalisation, ce qui atténue les menaces aux espèces en péril, augmente la qualité de l'eau et la biodiversité. Également, modifier les contrats de tonte n'engendre pas de coûts supplémentaires ni de spécifications techniques. Or, après un été de projet pilote qui repoussait la tonte estivale du mois de juillet au mois de septembre, des visiteurs se sont plaints d'un mauvais entretien et de végétation tombant sur la piste cyclable et d'allergies. Cependant, d'autres visiteurs portaient de bons commentaires sur la beauté du paysage fleuri, le gain en observation de papillons, de libellules et autres pollinisateurs par la tonte estivale repoussée. (A. Gagnon, conversation, 21 novembre 2018) C'est pourquoi ce projet a reçu une cote de 0 pour cet indicateur, soit un impact neutre.

Concernant la protection, le suivi des nids et la relocalisation des bébés tortues, ces projets atténuent le phénomène de prédation excessive des nids et de mortalité routière des bébés, ce qui a valu une cote de + 2 pour l'atténuation des menaces sur les espèces en péril et l'amélioration de la biodiversité. Or, ces projets n'ont aucun impact sur la qualité de l'eau et la préservation des ressources culturelles. C'est pourquoi ils ont obtenu une cote de 0 pour ces indicateurs. Quant à l'expérience du visiteur, les coûts associés et la complexité technique nécessaire à la réalisation de ce type de projets, il a reçu une cote de

+ 2. Effectivement, un projet de protection de nid et de relocalisation de bébés tortues serpentine a été réalisé avec succès à l'été 2018. En bref, le projet a coûté moins de 100 \$, a nécessité une journée de travail pour la construction et l'installation de l'enclos protecteur et quelques heures de travail de l'Agent en gestion des ressources de l'UVNQ pour l'éducation et la sensibilisation des employés des Opérations et des Services Techniques pour le suivi ainsi que pour l'élaboration du protocole de communication lors de l'émergence des bébés. La relocalisation, complétée par deux personnes des opérations de l'UVNQ, n'a pris que quelques heures en matinée.

Ensuite, considérant que l'aménagement des patinoires sur le Canal-de-Chambly exige un abaissement du niveau de l'eau pour des mesures de sécurité, le déménagement de celles-ci, qui permettra le rehaussement du niveau de l'eau du canal en saison hivernale, a obtenu une cote de + 2 pour les indicateurs d'atténuation des menaces sur les espèces en péril, d'amélioration de la biodiversité, l'expérience des visiteurs, les coûts et la complexité technique. Malgré le fait que certains visiteurs se soient plaints du déménagement de la patinoire en milieu terrestre à l'hiver 2018-2019, cela reste une modification positive en considérant les changements climatiques et la complexité d'entretien d'une patinoire sur un plan d'eau. De surcroît, à la suite de plusieurs observations de mortalité ichtyenne pendant et après l'abaissement du niveau d'eau hivernal au Canal-de-Chambly, soit du mois d'octobre au moins d'avril, il a été conclu par l'Agent en gestion des ressources de l'UVNQ, que l'abaissement du niveau d'eau peut nuire à la survie des poissons. De surcroît, l'Agence Parcs Canada reçoit des courriels et des appels concernant ces observations de poissons morts au printemps, ce qui amenuise l'expérience du visiteur. Cela dit, les visiteurs apprécient patiner sur le canal et le déménagement de ces dernières ne fera pas l'unanimité, mais considérant les changements climatiques et la difficulté à entretenir des patinoires naturelles, il est durable de continuer à proposer ces activités récréatives sur terre plutôt que sur l'eau. Également, la remise en eau au printemps du canal engendre une remise en suspension des sédiments, ce qui atténue la qualité de l'eau. En laissant le canal en eau, la décantation est préservée, car le phénomène de coup d'eau n'a pas lieu. De plus, les coûts en ressources humaines et en temps pour l'aménagement et l'entretien de ces patinoires (installation de batardeaux, abaissement du niveau d'eau par pompage, suivi de la qualité de l'eau rejetée) seraient soustraits dans l'éventualité où elles seraient relocalisées. Finalement, la complexité technique est augmentée pour entretenir une patinoire naturelle sur une voie d'eau en contexte de changement climatique et de redoux plus fréquents en hiver. Or, la complexité technique de l'entretien des infrastructures soumis au contact d'un niveau d'eau plus élevé est inconnue.

Relativement à la plantation d'arbres sur l'île Darvard au Canal-de-Saint-Ours, sur l'île Fryer et à la Halte des moulins Langelier au Canal-de-Chambly, ces projets ont reçu une cote maximale de + 2 pour tous les indicateurs environnementaux ainsi que pour l'expérience du visiteur et la complexité technique. Pour ce qui est des coûts, les projets de plantation sont cotés à + 1, car l'achat de boutures est moindre comparativement à des arbres de diamètre-hauteur-poitrine plus élevé et la plantation de bouture ne nécessite pas de machinerie lourde ni d'excavation importante. Selon le comité végétation, ce serait une bonne option pour aller de l'avant rapidement sans nécessiter une demande de budget supplémentaire (C. Lussier, réunion du comité végétation, 17 avril 2019).

Finalement, la coordination de la vidange des tunnels au barrage de Saint-Ours a obtenu une cote de + 2 pour tous les indicateurs environnementaux, pour l'expérience des visiteurs et pour les coûts. En effet, la saine gestion des sédiments contaminés qui se sont accumulés dans les tunnels sous le barrage avec les années assurera un maintien de la qualité de l'eau de la rivière, évitera le colmatage de la frayère en aval du barrage, la remise en suspension de contaminants ainsi que la visibilité d'un panache de sédiments dans l'eau, qui engendrerait une moindre qualité du paysage pour les visiteurs. La complexité technique de cette gestion nécessite une équipe de travail multidisciplinaire pour discuter des options, trouver la solution optimale et rédiger une pratique exemplaire de gestion, ce qui lui a valu une cote de + 1.

9.3 Ingénierie écologique

Dans la catégorie ingénierie écologique se retrouvent les projets de naturalisation des berges, d'aménagement de site de nidification, d'installation de sites de thermorégulation et de modules favorisant la montée en milieu terrestre pour les tortues, d'aménagement d'herbiers aquatiques et d'habitats d'hibernation aquatique pour la faune ichthyenne, l'amélioration de la passe migratoire Vianney-Legendre et de l'échelle à anguilles d'Amérique et la démolition de la rampe de mise à l'eau désuète au profit de l'aménagement d'un habitat aquatique.

Tout d'abord, la naturalisation des berges a reçu des cotes maximales de + 2 pour tous les indicateurs environnementaux considérant que c'est l'une des menaces les plus nommées dans les programmes de rétablissement, l'une des raisons les plus discutées au sujet de la qualité de l'eau et que l'habitat riverain, qui fait le lien entre le milieu aquatique et terrestre, est primordial pour les espèces ichthyennes et de l'herpétofaune. Ensuite, l'expérience du visiteur s'en voit améliorée avec une cote de + 2, car il a été démontré que la présence d'espaces verts favorise l'amélioration de la santé physique et morale (Dawn Boyd, 2012). Après, concernant les coûts et la complexité technique, ils varient en fonction de la méthode utilisée pour naturaliser la rive. Par exemple, le remplacement complet de l'enrochement par des

méthodes de bio-ingénierie engendre des coûts importants pour l'enlèvement de l'enrochement, son entreposage ou disposition ainsi que la stabilisation avec des méthodes naturelles et des matériaux biodégradables développés par des ingénieurs. D'autre part, il est aussi possible de végétaliser les enrochements par simple projet de plantation et d'ensemencement. Dans ce second cas de figure, les coûts sont moindres ainsi que la complexité technique, mais la naturalisation est moins complète. C'est pourquoi ces projets ont reçu des cotes de + 1 pour ces deux indicateurs, car il faut considérer que les externalités ne sont pas comptabilisées dans le *statu quo*, soit de conserver les berges en enrochement non végétalisé.

À l'égard des projets de végétalisation des murs de béton, ces derniers ont obtenu une cote maximale de + 2 pour les indicateurs environnementaux et l'expérience des visiteurs. Ensuite, pour la préservation des ressources culturelles, ces projets ont reçu une cote de – 1, car ces murs peuvent être des vestiges d'utilisations historiques du site ou contribuent au paysage culturel, selon ce qui fait partie de la ressource patrimoniale. Finalement, au sujet des coûts et de la complexité technique pour réaliser le remplacement complet de mur de béton par des mesures de stabilisation naturelles des sols, ces projets ont obtenu des cotes de — 2. En effet, la démolition de murs de béton à proximité de l'eau est complexe, car cela nécessite une liste exhaustive de mesures d'atténuation des impacts, de la machinerie lourde, la disposition de déchets de démolition, en plus de plans et devis signés et scellés d'ingénieurs certifiant que la méthode de bio-ingénierie sera efficace.

Pour continuer, l'aménagement de sites artificiels de nidification et de thermorégulation pour les tortues reçoit une cote maximale de + 2 pour les indicateurs environnementaux, excepté la qualité de l'eau, pour l'expérience des visiteurs, les coûts et pour la complexité technique. En effet, l'installation de site de thermorégulation atténue la menace de perte d'habitat pour réaliser cette activité biologique occasionnée par le nettoyage excessif des berges. Aussi, cela améliore la biodiversité, car en atténuant les menaces sur les testudines, cela contribue à l'équilibre écosystémique et donc, au maintien de la biodiversité. Ensuite, l'expérience des visiteurs est améliorée, car l'observation faunique suscite de l'intérêt chez les visiteurs et l'aménagement de site de thermorégulation augmentera potentiellement les observations. Aussi, comme les ateliers de Chambly ont un lot planches de bois de frêne qui est aisément valorisable à des fins de création de sites de thermorégulation. Ce projet a déjà été réalisé à l'été 2018 au Canal-de-Chambly et cela a été un succès en termes de coûts et de complexité technique. À propos des indicateurs de préservation des ressources culturelles et de qualité de l'eau, ces projets ont obtenu une cote neutre de 0, car ils n'ont aucun impact sur ces derniers.

Puis, les projets de création d'habitats de nidification de tortues à l'île Fryer, au parc des Menhirs et au parc du Pont 7 ont obtenu une cote maximale de + 2 pour les indicateurs d'atténuation des menaces sur les espèces en péril, l'amélioration de la biodiversité, d'expérience du visiteur, de coûts et de complexité technique. En effet, pour les indicateurs environnementaux et sociaux, les justifications sont les mêmes que pour les habitats de thermorégulation. Concernant les coûts et la complexité technique, ils sont légèrement plus élevés que pour les habitats de thermorégulation, mais ne nécessitent pas de machinerie lourde ni de plans et devis externes. Une simple zone sablonneuse ou de remblai qui se creuse facilement pour les tortues femelles, exposée au Soleil et à l'abri des prédateurs est adéquate.

Les projets d'amélioration de la passe migratoire multiespèces Vianney-Legendre et l'échelle à anguille d'Amérique sont des projets qui atténuent directement les menaces de fragmentation de l'habitat aquatique et qui, du même coup, favorisent la préservation de la biodiversité. C'est pourquoi ils ont une cote de + 2 pour ces indicateurs. Or, la qualité de l'eau et les ressources culturelles ne sont pas impactées par ces projets. Ils ont donc une cote neutre de 0 pour ces deux indicateurs. Relativement aux, les deux projets ont une cote de -1, car ils nécessitent l'achat de matériaux, leur installation ainsi que le suivi de ces modifications. En outre, la complexité technique des deux projets est relativement élevée considérant que l'ajout de déflecteurs aux bassins 8 et 13 nécessite une étude approfondie sur la configuration et la composition optimales de la structure solide pour résister au courant, sans pour autant faire obstacle à la migration des poissons tout en atténuant le phénomène de vortex. L'installation de ces déflecteurs doit se faire lorsque la passe est à sec, ce qui complexifie davantage le projet. L'ajout de système de comptage avec barge et vivier, le remplacement des tuyaux pour le diamètre originalement installé et des coudes à angles de 45 degrés au lieu des 90 degrés ainsi que l'amplification de la pente des tuyaux à la passe à anguilles est un projet qui nécessite un souci du détail, de la précision ainsi que du suivi des modifications apportées.

Finalement, les projets de création d'habitats aquatiques pour la faune ichthyenne ont reçu des pointages maximaux (+ 2) pour les trois indicateurs environnementaux et l'expérience du visiteur, nul (0) pour la préservation des ressources culturelles, car ils n'ont pas d'impact sur ces dernières, et légèrement négatif (-1) pour les coûts et complexité technique. Cela s'explique du fait que des aménagements à l'intérieur de l'habitat du poisson nécessitent des demandes au MPO ainsi que de l'expertise à l'externe pour établir les méthodes optimales d'aménagement.

9.4 Acquisition de connaissances

Les inventaires et les études proposées à la suite de l'analyse géospatiale, des besoins, des menaces et de la fréquentation des espèces en péril aux canaux ont reçu une cote maximale de + 2 pour les indicateurs concernant l'atténuation des menaces et favorisant la biodiversité. Un faible impact positif sur l'expérience du visiteur est projeté, considérant que ces informations seront utiles à des projets de communication, éducation et sensibilisation éventuels. Aucun impact de ces projets n'est projeté pour la qualité de l'eau ainsi que pour les ressources culturelles. Ils ont donc obtenu une cote neutre de 0 pour ces indicateurs. Or, les inventaires seront potentiellement financés par l'Agence Parcs Canada, contrairement aux études à la passe migratoire, qui ont été financées par le passé par des universités. Ce qui explique la cote de + 2 pour les études et de — 1 pour les inventaires pour l'indicateur « coût ». Finalement, la complexité technique pour mener des inventaires fauniques et des études a une cote de + 1, car cela nécessite des périodes spécifiques de relevé sur le terrain à l'aide de méthodes précises, qui sont habituellement complétées par des biologistes. Cependant, aucune machinerie lourde n'est nécessaire.

9.5 Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

La lutte contre les colonies de roseaux communs est reconnue pour être une tâche relativement complexe et qui nécessite un suivi stricte suite aux interventions (Lavoie, 2007). Néanmoins, les bénéfices en matière de biodiversité, d'atténuation des menaces, de préservation des ressources culturelles, d'expérience du visiteur sont indéniables. Le roseau commun étant reconnu pour créer des colonies monospécifiques denses, il amenuise la biodiversité et dégrade l'état physique des berges en empêchant l'herpétofaune de s'y promener dû à la densité des tiges. De plus, ces colonies prennent de l'expansion tant que hauteur qu'en superficie et bloquent la vue du paysage aux visiteurs en envahissant les fossés et les berges. En outre, les rhizomes de cette plante sont destructeurs et peuvent faire craquer le béton et l'asphalte, ce qui peut engendrer une accélération de la dégradation des ressources culturelles. Ce sont pour toutes ces raisons que la lutte aux EEE reçoit une cote de + 2 pour ces indicateurs. Relativement à la qualité de l'eau, ces colonies se sont révélées être bénéfiques, car elles filtrent l'eau et stabilisent les berges, ce qui contrôle l'érosion et atténue la mise en suspension de contaminants et de sédiments. Néanmoins, la plantation d'espèces végétales compétitrices stabilisera et filtrera l'eau et le sol. Finalement, pour les indicateurs de complexité technique et de coûts, les projets de lutte aux EEE ont obtenu une cote minimale de – 2, car les mesures de lutte nécessitent de la machinerie lourde, un très grand besoin en ressources humaines pour le suivi ainsi que de la plantation d'espèces compétitrices afin de minimiser les risques de reprises de

la colonie. Considérant que les rhizomes peuvent être retrouvés jusqu'à cinq mètres de profondeur, l'excavation nécessaire est majeure à moins d'opter pour du bâchage sur plusieurs années.

La lutte contre l'agrile du frêne à l'île Darvard au Canal-de-Saint-Ours est un projet qui reçoit une cote maximale pour les trois indicateurs environnementaux, l'expérience du visiteur et la complexité technique. En effet, le traitement des frênes permet à ces arbres de survivre à l'envahissement de l'insecte, ce qui lui permet de continuer à stabiliser les sols, filtrer l'eau, l'air et les sols. En plus, dans le secteur des tentes o'TENTIK sur l'île Darvard, la majorité des arbres inventoriés sont des frênes. Ainsi, si aucun traitement n'est fait, le camping à Saint-Ours sera dénué de végétation arbustive. De surcroît, la technique est relativement simple pour procéder au traitement ; il faut qu'un entrepreneur certifié vienne installer des seringues au bas du tronc une fois aux deux ans. En contrepartie, les coûts relatifs au traitement des frênes dépendent du diamètre du tronc de l'arbre et du nombre d'arbres à traiter avec un taux d'environ 0,50 \$ par centimètre de diamètre de tronc. (O. Lambert, conversation, 4 juillet 2018) Les arbres étant matures au Canal-de-Saint-Ours, le montant peut facilement monter à 200 \$ par arbre. C'est pourquoi le projet a reçu une cote de — 2 pour l'indicateur « coût ».

9.6 Relâchement de pression

Le relâchement de pression par l'octroi d'un statut de conservation ou l'exclusion des visiteurs de certaines zones plus sensibles a une cote maximale de + 2 pour les indicateurs environnementaux et économiques, mais une cote nulle pour la préservation des ressources culturelles et légèrement négative pour l'expérience du visiteur (- 1).

En effet, le relâchement de pression aux zones sensibles permet à la biodiversité de reprendre sa place en laissant les processus naturels sans intervention humaine, ce qui atténue les menaces sur les espèces en péril et améliore la qualité de l'eau du même coup. Les coûts et la technique nécessaire au relâchement de pression sont minimums, car aucune intervention agressive n'est prévue. Or, des mesures d'exclusions ainsi que des outils de communication, d'éducation et de sensibilisation doivent venir de concert afin d'atténuer les impacts sur les visiteurs.

Tableau 9.1 Analyse multicritère des projets de restauration écologique aux canaux de Chambly et de Saint-Ours

SECTEURS ET PROJETS		DIMENSIONS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE															
		Environnemental (40 %)						Social (35 %)				Économique (25 %)				Total	
		Indicateurs															
		Atténue les menaces sur des espèces en péril	Pondération 20 %	Améliore la qualité de l’eau	Pondération 10 %	Améliore la biodiversité	Pondération 10 %	Préserve les ressources culturelles	Pondération 20 %	Améliore l’expérience des visiteurs	Pondération 15 %	Coûts	Pondération 15 %	Complexité technique	Pondération 10 %		
Canal-de-Chambly																	
Secteur Vieux Saint-Jean																	
Collaboration, éducation et sensibilisation	Développer un plan de communication pour : les berges en friche, les plantations, les sites de nidification artificielle et les impacts positifs sur la qualité de l’eau et la biodiversité	2	2	2	1	2	1	0	0	2	2	2	2	2	1	18	
Gestion active	Modifier les contrats de tonte pour laisser la végétation pousser tout l’été sur les berges au lieu de la tondre fréquemment	2	2	2	2	2	1	0	0	0	1	2	2	2	1	16	
	Assurer la protection des nids de tortues au fur et à mesure des pontes, faire le suivi de l’émergence des bébés dans l’habitat de nidification artificiel de la Halte Langelier et procéder à leur relocalisation sécuritaire	2	2	0	0	2	1	0	0	2	1	2	2	2	1	14	
	Déménager la patinoire	2	2	1	0	2	1	0	0	2	2	2	2	2	1	16	
	Planter des arbres à la Halte des Moulins Langelier	2	2	2	2	2	1	0	0	2	2	1	2	2	1	18	
Ingénierie écologique	Végétaliser les berges en enrochement non végétalisé	2	3	2	2	2	1	0	10	2	2	1	2	1	1	19	
	Végétaliser les murs de béton	2	2	2	3	2	1	-2	10	2	1	-2	1	-2	2	-12	

	Aménager un site de ponte artificiel et de thermorégulation à proximité en eau peu profonde pour les tortues à la halte Langelier	2	3	0	0	2	2	0	0	2	2	2	1	2	1	18
	Aménager des sites de thermorégulation de tortue tout au long de la berge en rive gauche	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	14
Secteur Île Sainte-Thérèse																
Acquisition de connaissances	Inventorier les espèces d’amphibiens, de poissons et de reptiles qui habitent le marais au siphon 3	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	-1	1	1	1	6
Collaboration, éducation et sensibilisation	Sensibiliser et collaborer avec les riverains sur l’aménagement d’une saine bande riveraine	2	3	2	3	2	1	0	0	2	2	-1	2	2	1	18
	Sensibiliser et collaborer avec les agriculteurs en amont de la rivière aux Iroquois pour qu’ils aménagent des bandes riveraines	2	3	2	3	2	1	0	0	2	2	-1	2	2	1	18
Lutte contre les EEE	Lutte contre le roseau commun au parc Réjean Malo	2	3	0	2	2	2	2	10	2	2	-2	3	-2	2	24
	Lutte contre le roseau commun à l’embouchure de la rivière aux Iroquois	2	2	0	2	2	2	2	10	2	2	-2	3	-2	2	22
Ingénierie écologique	Aménagement de sites de thermorégulation pour les tortues dans la zone d’eau peu profonde et marais en amont de l’île Sainte-Marie ou à l’intérieur du canal, mais à cette hauteur	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	14
	Aménagement de sites de thermorégulation pour les tortues à l’intérieur du canal à la hauteur de la zone d’eau peu profonde et marais en amont de l’île Sainte-Marie et à l’embouchure de la rivière aux Iroquois	2	2	0	0	2	1	0	0	2	3	2	1	2	1	16
Gestion active	Faire le suivi et la protection du nid au pont 10 de nidification de la tortue serpentine ; protection et relocalisation des bébés si la femelle est fidèle au site	2	3	0	0	2	1	0	0	2	2	2	2	2	1	18
Secteur Île Fryer																
Acquisition de connaissances	Inventorier les espèces fauniques et floristiques présentes sur l’île Fryer	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	-1	2	1	1	5
Ingénierie écologique	Aménagement d’habitats de thermorégulation de tortues dans la zone d’eau peu profonde	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	14

	Aménagement d'un habitat artificiel de nidification des tortues près de la zone d'eau peu profonde	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	14
	Végétaliser les berges en enrochement non végétalisé	2	2	2	2	2	1	0	0	2	2	1	2	1	1	17
Lutte aux EEE	Lutte contre les 5 talles de phragmites	2	2	0	1	2	1	2	10	2	2	-2	2	-2	2	22
Relâchement de pression	Statut de conservation de l'île Fryer	2	3	2	3	2	1	0	10	-1	2	2	2	2	1	18
	Restreindre l'accès au public à proximité des nids de tortues et des sites de thermorégulation	2	3	2	2	2	1	0	0	-1	2	2	2	2	1	16
Gestion active	Faire le suivi et la protection des nids de tortues au fur et à mesure des pontes, faire le suivi de l'émergence des bébés dans l'habitat de nidification artificiel	2	2	0	0	2	2	0	0	2	1	2	2	2	1	16
	Plantation d'arbres dans les zones en friches et près des berges	2	2	2	2	2	1	0	0	2	2	1	1	2	1	17
Secteur Carignan																
Collaboration, éducation et sensibilisation	Sensibiliser et collaborer avec les agriculteurs pour qu'ils aménagent des bandes riveraines	2	2	2	3	2	1	0	0	2	2	1	2	2	1	20
	Développer un plan de communication sur les sites de nidification artificiels aménagés aux parcs et susciter leur collaboration en cas d'observation de ponte	2	1	0	0	1	0,5	0	0	2	1	2	2	2	1	10,5
Ingénierie écologique	Aménager des sites de thermorégulation de tortue dans la zone d'eau peu profonde « canal-rivière »	2	1	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	12
	Végétaliser les berges en enrochement non végétalisé	2	2	2	2	2	1	-2	10	2	2	1	2	1	1	-3
	Végétaliser les murs de béton	2	2	2	3	2	1	-2	10	2	2	-2	1	-2	1	-7
	Aménager une aire artificielle de nidification à tortue au parc des Menhirs avec clôture d'exclusion des visiteurs	2	1	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	12
	Aménager une aire artificielle de nidification à tortue au Parc du pont 7 avec clôture d'exclusion des visiteurs	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	1	2	1	13
	Aménager des herbiers aquatiques dans le bassin élargi en amont du pont déposé 5	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	10
	Aménager des aires de thermorégulation des tortues dans le bassin élargi en amont du pont déposé 5	2	1	0	0	2	1	0	0	2	1	2	1	2	1	9

Gestion active	Faire le suivi et la protection des nids de tortues dans l’habitat de nidification artificiel au Parc des Menhirs	2	2	0	0	2	0,5	0	0	2	2	2	1	2	1	13
	Faire le suivi et la protection des nids de tortues aux abords de la piste cyclable près du canal-rivière	2	2	0	0	2	0,5	0	0	2	2	2	1	2	1	12
	Faire le suivi et la protection des nids de tortues au parc du Pont 7	2	2	0	0	2	0,5	0	0	2	2	2	1	2	1	13
Secteur Chambly																
Collaboration, éducation et sensibilisation	Sensibiliser les riverains qui tondent la friche au canal pour qu’ils arrêtent leur pratique	2	2	2	2	2	1	0	0	2	1	2	1	2	1	16
	Installer des affiches d’éducation pour les tortues (thermorégulation et nidification)	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	2	2	1	16
Ingénierie écologique	Aménager des herbiers aquatiques autour du quai fédéral (en collaboration avec la province)	2	2	2	2	2	1	0	0	2	2	-1	2	-1	2	10
	Installer des modules permettant la montée des tortues en milieu terrestre à l’approche des écluses 4, 5, 6, 7 et 8	2	2	0	0	2	1	0	0	2	1	2	1	2	1	12
	Aménager un habitat de protection et d’hibernation des anguilles d’Amérique autour du quai fédéral (débris ligneux, vase) qui servira aussi aux adultes fouille-roche gris	2	2	2	2	2	1	0	0	2	1	-1	2	-1	1	8
	Aménager un habitat de nidification artificiel et de thermorégulation dans la zone en friche en aval de l’écluse 4 et à proximité du fossé des ateliers	2	2	0	0	2	1	0	0	2	2	2	2	2	1	16
Gestion active	Statu quo sur la moule zébrée pour son impact relativement positif sur les chevaliers	2	2	0	0	2	1	0	0	1	1	2	1	2	1	11
	Plantation d’arbres dans le secteur en friche en aval de l’écluse 4	2	3	2	2	2	1	0	0	2	3	1	2	2	1	22
	Déménager la patinoire de manière permanente au parc des Ateliers	2	3	1	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	1	22
Général																
	Campagne pour réduction de vitesse et de remontée des hélices aux canaux	2	4	2	5	2	2	0	0	0	8	1	2	2	2	28

Collaboration, éducation et sensibilisation	Campagne pour le nettoyage des embarcations	2	4	2	5	2	2	0	0	0	7	1	2	2	2	28
	Créer des formations sur les espèces en péril et leurs enjeux pour les employés de terrain	2	4	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	20
	Collaborer avec Hydro-Québec pour connaître le taux de passage des anguilles à leur passe migratoire au barrage à Chambly	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	16
Gestion active	Laisser le niveau d'eau supérieur à 1 mètre en hiver	2	6	1	0	2	2	0	0	2	0	2	2	2	2	24
Canal-de-Saint-Ours																
Passe migratoire, barrage et rive Saint-Roch-de-Richelieu																
Acquisition de connaissances	Étude sur le taux de passage plus faible du chevalier de rivière à la passe migratoire multi espèces et trouver des solutions	2	1	0	0	2	0,5	0	0	0	0	2	1	1	1	4,5
	Étude sur l'échelle à anguilles et analyser les pistes d'amélioration potentielles selon le taux de passage	2	1	0	0	2	0,5	0	0	0	0	2	1	1	1	4,5
	Étude sur l'amélioration du taux de passage à la suite de l'installation des déflecteurs dans les bassins 8 et 13	2	2	0	0	2	0,5	0	0	0	0	2	1	1	1	7,5
Ingénierie écologique	Améliorer la passe à anguilles ; installation d'un système de comptage avec barge et vivier, d'une caméra Harris 2D, remettre des tuyaux plus larges, augmenter la pente du tuyau de l'amont vers l'aval et l'angle des coudes (2 coudes de 45 degrés au lieu de 1 à 90 degrés)	2	2	0	0	2	0,5	0	0	0	0	-1	1	-1	1	3,5
	Végétalisation de la côte rive gauche à Saint-Ours par des méthodes de bio-ingénierie (plantation, racines, etc.)	2	1	2	1	2	1	0	0	2	3	0	1	1	1	12,5
	Végétaliser les murs de béton	2	1	2	1	2	1	-2	0	2	2	-2	1	-2	1	7
	Végétaliser les berges en enrochement non végétalisé	2	2	2	1	2	1	0	0	2	3	1	1	1	1	15,5
	Ajout de déflecteurs dans les bassins 8 et 13 pour maximiser le taux de passage des poissons qui fraient	2	1	0	0	2	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	2,5

Collaboration, éducation et sensibilisation	Avec la province (MFFP) pour la mise en œuvre du programme de rétablissement du chevalier cuirvé, projets bar rayé, tanche, etc.	2	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	2	1	2	1	5,5
	Avec les universités qui font des études sur les espèces en péril	2	1	2	1	1	0,5	0	0	0	0	2	1	2	1	8,5
	Collaborer avec le MFFP pour la gestion du barrage en période de fraie	2	1	0	1	1	0,5	0	0	0	0	2	1	2	1	6,5
	Améliorer les installations sous le barrage pour la mise en œuvre du programme de rétablissement du chevalier cuirvé (bassins, vidange de l'eau, etc.)	2	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0	-2	1	-1	1	0
	Formation et sensibilisation des employés des Services Techniques sur l'importance de bien installer toutes les composantes de la passe à Anguille	2	1	2	1	2	0,5	0	0	0	0	2	1	2	1	8
	Collaborer et sensibiliser les riverains en amont et aval du Canal-de-Saint-Ours afin qu'ils plantent des bandes riveraines arborescentes	2	1	2	1	2	0,5	0	0	2	2	1	1	1	1	10,5
Gestion active	Assurer la saine gestion des sédiments contaminés dans les tunnels du barrage	2	1	2	2	2	0,5	0	0	2	3	2	1	1	1	16
Relâchement de pression	Statut de conservation de la section aval du barrage et de la passe migratoire considérant que c'est une frayère où plusieurs espèces en péril y accomplissent des étapes de vie essentielles	2	2	2	1	2	0,5	0	0	-1	2	2	1	2	1	9
Île Darvard																
Collaboration, éducation et sensibilisation	Développer des outils de sensibilisation spécifique au dard de sable et chevalier de rivière ou les ajouter au contenu sur le chevalier cuirvé	2	3	0	1	2	1	0	0	2	3	2	2	2	2	22
Ingénierie écologique	Végétaliser les berges en « enrochement non végétalisé »	2	4	2	2	2	2	0	0	2	2	1	3	1	2	25
	Végétaliser les murs de béton	2	3	2	2	2	2	-1	20	2	2	-2	2	-2	1	-8
	Aménager des herbiers aquatiques pour l'alimentation des alevins	2	3	2	2	2	2	0	0	2	2	-1	2	-1	1	15
Gestion active	Plantation d'arbres aux berges et sur la pointe nord	2	4	2	2	2	2	0	0	2	3	1	3	2	2	29

Lutte aux EEE	Lutte à l’agrile du frêne pour préserver la canopée riveraine et terrestre qui filtre/retient l’eau et les sédiments	2	3	2	1	2	1	0	0	2	3	-1	3	2	2	17
Stationnement																
Ingénierie écologique	Démolition de la rampe de mise à l’eau désuète et aménagement d’une rive naturelle	2	4	2	2	2	2	-2	7	2	4	-2	3	-2	2	0
	Végétaliser les berges en « enrochement non végétalisé »	2	4	2	2	2	2	0	7	2	4	1	3	1	2	29
	Végétaliser les murs de béton	2	4	2	2	2	2	-1	6	2	3	-2	3	-2	2	6
	Aménager un habitat avec débris ligneux, cailloux et graviers en milieu peu profond pour le fouille-roche gris, l’anguille d’Amérique, dard de sable et les tortues	2	4	2	2	2	2	0	0	2	2	-1	3	-1	2	15
	Aménager un herbier aquatique pour le chevalier cuivré dans la zone d’eau peu profonde	2	4	2	2	2	2	0	0	2	2	-1	3	-1	2	15
Général																
Relâchement de pression	Statut de conservation du site	2	20	2	10	2	10	0	0	-1	15	2	15	2	10	115

Le tableau 9.1 consolide tous les projets proposés découlant de l'analyse géospatiale des cadastres des canaux de Chambly et de Saint-Ours ainsi que des besoins en matière d'habitats et des menaces qui pèsent sur les espèces en péril qui fréquentent ces deux sites historiques nationaux. Les projets ayant un plus fort pointage, par secteur, devraient être mis de l'avant et considérés comme des priorités pour l'UVNQ. Par exemple, octroyer un statut de conservation au Canal-de-Saint-Ours, la lutte aux cinq colonies de roseaux communs sur l'île Fryer, la végétalisation des berges en enrochement et les projets de sensibilisation portant sur le nettoyage et la réduction de vitesse des embarcations. Les pointages entre le Canal-de-Chambly et le Canal-de-Saint-Ours ne sont pas comparables car les évaluations ont été réparties en fonction de chaque secteur et sur chaque projet.

10. RECOMMANDATIONS

Finalement, après avoir analysé le potentiel des canaux pour l'aménagement de projets de restauration écologique dans le but d'atténuer les impacts des activités des Voies navigables au Québec de l'Agence Parcs Canada sur les espèces en péril et élaborer un tableau d'analyse multicritère considérant les enjeux aux canaux, les recommandations suivantes sont proposées à l'unité de gestion pour la mise en place de certains de ces projets.

- Engager une ressource humaine à temps plein pour gérer les enjeux d'espèces en péril, de faune commune et de flore aux canaux ;
- Entamer les démarches pour désigner le Canal-de-Saint-Ours et l'île Fryer comme espaces à activités restreintes ;
- Lutter contre les colonies de phragmites à l'île Fryer et au parc Réjean Malo ;
- Végétaliser les berges en enrochement non végétalisé ;
- Planter des arbres aux secteurs proposés ;
- Développer des plans de communication sur les espèces en péril aux canaux et sur les espèces exotiques envahissantes pour les visiteurs, les plaisanciers, mais aussi les riverains et les agriculteurs ;
- Rédiger une pratique exemplaire de gestion pour la vidange des sédiments dans les tunnels du barrage à Saint-Ours ;
- Faire le suivi des nids de tortues et installer des habitats de thermorégulation aux zones d'eaux peu profondes identifiées ;
- Réaliser une étude sur les impacts sur la faune aquatique de l'abaissement du niveau d'eau en période hivernale ainsi que sur la faisabilité technique de laisser le niveau d'eau élevé ;

- Faire des plans de projets spécifiques pour certaines suggestions de projets de plus grande envergure, comme des herbiers aquatiques, des habitats aquatiques d'hibernation ;
- Trouver une alternative durable aux patinoires sur le canal.

CONCLUSION

En conclusion, les canaux historiques nationaux de Chambly et de Saint-Ours se sont révélés être des voies d'eau anthropiques où les espèces fauniques communes et en péril y ont trouvé refuge. Or, le développement urbain et les aménagements récréatifs exercent une pression sur la biodiversité et participent au déclin des espèces en péril. Une analyse géospatiale des cadastres des canaux ainsi qu'une revue de littérature sur les mesures de compensation, les besoins en matière d'habitats et les menaces pesant sur le rétablissement des espèces en péril qui fréquentent les canaux ont été complétées. Des entrevues avec des experts ont permis de cerner les enjeux, ce qui a permis de développer les indicateurs de l'analyse multicritère. Finalement, les projets adaptés aux espèces et aux cadastres des canaux ont été soumis à une évaluation multicritère afin de déceler lesquels sont favorables ou défavorables à leur concrétisation. Les multiples volets de la restauration écologique offrent diverses solutions pour atténuer la pression qui pèse sur la biodiversité. Les projets de collaboration, d'éducation et de sensibilisation des riverains, agriculteurs avoisinants et visiteurs, de gestion active, d'ingénierie écologique, de relâchement de pression, de lutte aux EEE et d'acquisition de connaissances proposées dans le cadre de cet essai représentent des opportunités pour l'UVNQ et l'Agence Parcs Canada de briller par leur implication environnementale tout en respectant leur mandat et leurs valeurs de conservation des ressources naturelles et culturelles au profit des générations futures.

RÉFÉRENCES

- Adam, G., Feunteun, É., Prouzet, P. et Rigaud, C. (2006). *L'anguille européenne - indicateurs d'abondance et de colonisation*. Éditions Quae. Savoir faire. Repéré à https://books.google.ca/books?id=DvjN21Hra6YC&pg=PA382&lpg=PA382&dq=Schmidt,+J.+1922.+The+breeding+places+of+the+eel,+Philosophical+Transactions+of+the+Royal+Society+of+London,+Series+B+211:179-208.&source=bl&ots=nChuXPx_tz&sig=ACfU3U3QeukO6FBTcZOffgpaJyaUt8AFYw&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwiz0MWUu9fgAhUC_4MKHa3ZCr0Q6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false
- Agence Parcs Canada. (2019a). *Analyse d'impact de base de l'Agence Parcs Canada - CCHM-(1446)-Réfection de l'écluse 9 - Lieu historique national du Canal-de-Chambly*. [Document interne, word]. Chambly, Québec.
- Agence Parcs Canada. (2019b). *Canaux historiques et voies navigables*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/canaux-canaux>
- Agence Parcs Canada. (2019c). *Lieu historique national du Canal-de-Saint-Ours : Barrage hydrographique*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/saintours/activ/quoi-faire-what-to-do/barrage-hydro-dam>
- Agence Parcs Canada. (2018a). *Le mandat et la charte de Parcs Canada*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/agence-agency/mandat-mandate>
- Agence Parcs Canada. (2018b). *Plan ministériel 2018-2019 - Renseignements ministériels*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/agence-agency/bib-lib/plans/dp/dp2018-19/is-si#mandate-role>
- Agence Parcs Canada. (2018c). *Programme d'investissement pour les infrastructures fédérales de Parcs Canada*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/pe/greengables/visit/infra-prog>
- Agence Parcs Canada. (2018d). *Lieu historique national du Canal-de-Chambly. Info-travaux*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/visit/infrastructure/info-travaux-info-work>
- Agence Parcs Canada. (2018e). *Analyse d'impact de base de l'Agence Parcs Canada - CCHM-(1446)-Réfection de l'écluse 4 - Lieu historique national du Canal-de-Chambly*. [Document interne, PDF]. Chambly, Québec.
- Agence Parcs Canada. (2018f). *Plan directeur lieu historique national du Canada du Canal-de-Chambly, 2018*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/info/gestion-management/gestion-management-2018>
- Agence Parcs Canada. (2018g). *Naturellement une priorité - Un rapport sur le programme de conservation et de restauration de Parcs Canada*. Ottawa, Ontario : Agence Parcs Canada.
- Agence Parcs Canada. (2018g). *Lieu historique national du Canal-de-Chambly - Du projet à la construction*

du canal : 1784 à 1843. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/culture/histoire/construction>

Agence Parcs Canada. (2018h). *Passe migratoire Vianney-Legendre - une échelle à poisson unique au monde.* Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/saintours/activ/quoi-faire-what-to-do/echelle-poissons-fish-ladder>

Agence Parcs Canada. (2018i). *Visite de la passe à anguilles au barrage de Chambly avec Hydro-Québec et Milieu Inc.* [Document interne, JPEG], Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018j). *Visite de la passe migratoire multi espèces au Canal-de-Saint-Ours avec Milieu Inc.* [Document interne, JPEG], Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018k). *Photos lors de l'échantillonnage d'eau de surface de la rivière Richelieu (matières en suspension).* [Document interne, JPEG], Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018l). *Un nid sous haute surveillance – Lieu historique national du Canal-de-Chambly.* Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/nature/conservation/tortues-turtles>

Agence Parcs Canada. (2018m). *CCHM_IM_Cadastre_APC_LotsBornants.* [Document interne, KMZ]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018n). *Tortue_Peinte_Fryer.* [Document interne, Image JPEG]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018o). *Photos 2018-08-31 - Courbe île Fryer : projet CCHM-(1449) Sécurité piste.* [Document interne, fichier JPEG]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018p). *Atlas orthophotographique de l'entrée Saint-Ours et Île Darvard.* [Document interne, PDF], Montréal, Québec.

Agence Parcs Canada. (2018q). *Atlas orthophotographique de l'entrée Saint-Roch et passe migratoire.* [Document interne, PDF], Montréal, Québec.

Agence Parcs Canada. (2017a). *Lieu historique national du Canal-de-Chambly - Programme d'infrastructure.* Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/visit/infrastructure>

Agence Parcs Canada. (2017b). *Analyse d'impact de base de l'Agence Parcs Canada - CCHM-(1446)-Réfection de la passerelle de l'écluse 1, remplacement des portes et réfection des écluses 6 et 7 - Lieu historique national du Canal-de-Chambly.* [Document interne, PDF]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2017c). *Dossier photo de l'inspection préliminaire dans le cadre du projet CCHM-(896)-Déversoirs 1,2,3, Siphons et fossés.* [Document interne, Images JPEG]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2017d). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du Canada Terra-Nova et les lieux historiques nationaux du Canada de l'Est de Terre-Neuve*. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/virtual_sara/files/plans/Ap-TerraNovaNP-v00-2017Aug-Fra.pdf

Agence Parcs Canada. (2017e). *Éclusage et navigation : données techniques*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/chambly/activ/navigation>

Agence Parcs Canada. (2017f). Compte-rendu de la réunion aux ateliers de Chambly entre le MFFP, l'équipe du IIF et les consultants pour les travaux à la passe migratoire Vianney-Legendre. [Document interne, PDF]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2017g). Compte-rendu de la visite de l'échelle à Anguilles au Canal-de-Saint-Ours avec Denis Desrochers, président Milieu Inc et concepteur de la passe en 2001. [Document interne, PDF]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2016a). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du Canada de la Pointe-Pelée et les lieux historiques nationaux du Canada du Niagara*. Repéré à https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-action/especes-multiples-pointe-pelee-niagara.html#section_1_1

Agence Parcs Canada. (2016b). *Analyse d'impact environnemental de base de l'Agence Parcs Canada - Excavation des hauts-fonds - Secteur Petit-Lac, rivière des Iroquois - Lieu historique national du Canal-de-Chambly*. [Document interne, Word]. Chambly, Québec.

Agence Parcs Canada. (2016c). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du Canada de l'Île-du-Prince-Édouard*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-action/especes-multiples-ile-prince-edouard.html>

Agence Parcs Canada. (2016d). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du Canada des Mille-Îles*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-action/especes-multiples-parc-national-mille-iles.html>

Agence Parcs Canada. (2016e). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du Canada du Gros-Morne*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-action/especes-multiples-parc-national-gros-morne.html>

Agence Parcs Canada. (2016f). *Plan d'action visant des espèces multiples dans le parc national du*

- Canada Kouchibouguac et les lieux historiques nationaux du Canada associés*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-action/parc-national-kouchibouguac-sites-historiques-connexes.html>
- Agence Parcs Canada. (2015a). *Guide sur le processus d'analyse d'impact environnemental de Parcs Canada*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/nature/eie-eia/itm1/itm1b/itm1b-2>
- Agence Parcs Canada. (2015b). Dossier techniques photos - 25292 Rampe de mise à l'eau COUR. [Document interne, fichier JPEG], Chambly, Québec.
- Agence Parcs Canada. (2012). *The Richelieu River : Valley of memories*. Repéré à <http://parkscanadahistory.com/publications/richelieu-river-heritage-guide-eng.pdf>
- Agence Parcs Canada. (2008). *Principes et lignes directrices pour la restauration écologique dans les aires naturelles protégées du Canada*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/nature/science/conservation/ie-ei/re-er/pag-pel#a.1.2>
- Agence Parcs Canada. (2007). *Gare ferroviaire du Canadien Pacifique*. Repéré à <https://www.historicplaces.ca/fr/rep-reg/place-lieu.aspx?id=7103>
- Agence Parcs Canada. (2004). *Énoncé d'intégrité commémorative - Lieu historique national du Canada du Canal-de-Chambly*. [Document interne, PDF], Chambly, Québec.
- Aronson, J., Floret, C., Floc'h, E., Ovalle, C. et Pontanier, R. (1993). *Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands. I. A view from the South*. Restoration Ecology, vol. 1. Repéré à <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1526-100X.1993.tb00004.x>
- Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ). (2017). *Banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune*. [Document interne, PDF], Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec
- AARQ. (s.d.). Tortue serpentine. Repéré à <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/wp/tortue-serpentine/>
- Badertscher, J. (2016). *Stratégie d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides de la mrc des pays-d'en-haut*. (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada). Repéré à https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/9560/Badertscher_Joel_MEnv_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Barrett Beehler, K.M. (2007). *An investigation of the abundance and key habitat parameters of the Northern Map Turtle (Graptemys geographica) in an Eastern Ontario Bay: a baseline study*, thèse de maîtrise, Department of Geography, University of Waterloo, Waterloo (Ontario), Canada. 99 p.
- Batelier, P. (2015). *Acceptabilité sociale - Cartographie d'une notion et de ses usages*. Repéré à

http://www.espace-ressources.uqam.ca/images/Documents/Recherche/Rapports_recherche/Batellier-2015-Acceptabilite-sociale.pdf

- Bennett, A.M., Keevil, M. et Litzgus, J. (2010). *Spatial ecology and population genetics of Northern Map Turtles (Graptemys geographica) in fragmented and continuous habitats in Canada*, Chelonian Conservation and Biology 9(2):185-195.
- Bernard, P., et Desrochers, D. (2005). *Suivi des passes migratoires à anguille de la centrale de Beauharnois et du barrage de Chambly 2004*, Milieu inc. pour l'unité Environnement, division Production, Hydro-Québec, 85 p.
- Bernier, P. et Rouleau, S. (2010). *Acquisition de connaissances sur les habitats essentiels, la démographie, les déplacements et les menaces affectant la tortue géographique (Graptemys geographica) en vue de protéger la population du lac des Deux-Montagnes*, Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue (Québec), 1-96 p. Bernier
- Bibliothèque du Parlement. (2013). *La réglementation environnementale : compétences fédérales et provinciales*. Repéré à https://bdp.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/fr_CA/ResearchPublications/201386E?#a2
- Bonin, J. (1998). *Rapport sur la situation de la tortue géographique (Graptemys geographica) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 35 p.
- Boucher, I. et Fontaine, N. (2010). *La biodiversité et l'urbanisation, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable*. Repéré à https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/developpement_durable/biodiversite_urbanisation_complet.pdf
- Boucher, J. et Garceau, S. (2010). *Information à l'appui de l'évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Québec*. Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO. Document de recherche, 2010/100, vi + 33 p.
- Boivin, P. et J. Brisson. (2017). *Prévenir et contrôler l'envahissement des autoroutes par le roseau commun (Phragmites australis) : volet intervention et suivi (R538-4)*. Repéré à <https://www.phragmites.crad.ulaval.ca/files/phragmites/Boivin-et-Brisson-2017.pdf>
- Boucher, J., Bérubé, P. et Cloutier, R. (2009). *Comparison of the Channel Darter (Percina copelandi) summer habitat in two rivers from eastern Canada*. Journal of Freshwater Ecology 24(1) : 19-28.
- Browne, C.L. (2003). *The status of turtle populations in Point Pelee National Park*, thèse de maîtrise, Lakehead University, Thunder Bay (Ontario), Canada. 122 p.
- Brown, G.P., et Brooks, R.J. (1994). *Characteristics of and fidelity to hibernacula in a northern population of Snapping Turtles, Chelydra serpentina*, Copeia 1994(1):222-226.
- Bulté, G., Carrière, M. et Blouin-Demers, G. (2010). *Impact of recreational power boating on two*

- populations of Northern Map Turtles (Graptemys geographica)*, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 20:31-38.
- Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). (s.d.). *Annexe 13 - Valeur écologique des milieux humides*. Repéré à http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/R293_notre-dame-des-neiges/documents/PR3.1_annexe13.pdf
- Business and Biodiversity Offsets Programme. (2012). *Standards sur les offsets de biodiversité*. Repéré à https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/BBOP_Standard_French_1_February_2013.pdf
- Canards illimités. (2017). *Carte interactive des milieux humides - sud du Québec*. Repéré à <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8ba071906d8d46ddbc66cd689b72b910>
- Caron, F., Dumont, P., Mailhot, Y. et Verreault, G. (2006). *État des stocks d'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) au Québec en 2004*. Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs58503>
- Carrière, M., Bulté G. et Blouin-Demers, G. (2009). *Spatial ecology of Northern Map Turtles (Graptemys geographica) in a lotic and lentic habitat*, Journal of Herpetology 43(4):597-604.
- Carrière, M., et Blouin-Demers, G. (2010). *Habitat selection at multiple spatial scales in Northern Map Turtles (Graptemys geographica)*, Revue canadienne de zoologie 88:846-854.
- Casselman, J.M. (2003). *Dynamics of resources of the American eel, Anguilla rostrata: declining abundance in the 1990s*. p. 255-274, chapitre 18, in K. Aida, K. Tsukamoto et K. Yamauchi (éd.), Eel Biology, Springer-Verlag Tokyo.
- Casselman, J.M., Marcogliese, L.A. et Hodson, P.V. (1997). *Recruitment index for the upper St. Lawrence River and Lake Ontario eel stock: A re-examination of eel passage at the R.H. Saunders hydroelectric generating station at Cornwall*. Ontario, 1974-1995, p. 161-169, in R.H. Peterson (éd.), The American eel in eastern Canada: stock status and management strategies, actes de l'atelier sur l'anguille d'Amérique, les 13 et 14 janvier 1997, ville de Québec, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2196.
- CDPQ Infra. (2017). *Réseau électrique métropolitain - Étude d'impact sur l'environnement - Approche de compensation*. Repéré à https://www.cdpqinfra.com/sites/default/files/pdf/approche_de_compensation_-_janvier_2017.pdf
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). (2017). *Espèces à risques dans un rayon de 8 km du Canal-de-Saint-Ours*. [Document interne, PDF], Montréal, Québec.
- Center for disease control and prevention. (1996). *Physical activity and health*. Repéré à <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/NNBBHB.pdf>
- Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). (s.d.). *Naissance d'un concept et d'un mot*. Repéré à

https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapA&savoir_id=savoir_a1_1

Chittenden, M.E. (1971). *Status of the striped bass, Morone saxatilis, in the Delaware River*. Chesapeake Sci. 12(3):131-136. Repéré à https://www.jstor.org/stable/1350772?read-now=1&seq=4#page_scan_tab_contents

Commissariat général au développement durable. (2012) *Compenser les atteintes à la biodiversité : expériences internationales et enseignements pour la France*. Repéré à http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0076/Temis-0076783/Point_133.pdf

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). (s.d.). *Turbidité*. Repéré à http://st-ts.ccme.ca/fr/index.html?lang=fr&factsheet=219#aql_fresh_concentration

Conseil Régional de l'Environnement Laurentides. (2009). *L'eutrophisation*. Repéré à https://crelaurentides.org/images/images_site/documents/troussedeslacs/Fiches/fiche_eutrophisation.pdf

Conservation 2020 Canada. (s.d.). *En route vers l'objectif 1 du Canada - Une nouvelle approche de la conservation au Canada*. Repéré à <http://www.conservation2020canada.ca/accueil>

Conservation de la nature Canada (CNC). (2018a). *À la rescousse du chevalier cuivré, un poisson unique au monde*. Repéré à <http://www.natureconservancy.ca/fr/nous-trouver/quebec/reportages/l-rescousse-du-chevalier-cuivre.html>

CNC. (2018b). *Pour la protection des poissons de la rivière Richelieu*. Repéré à <http://www.natureconservancy.ca/fr/nous-trouver/quebec/reportages/l-rescousse-du-chevalier-cuivre.html>

CNC. (2008). *Application de la politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables: Rapport sur l'état des rives sur le territoire de la ville de Saint-Jean-sur-Richelieu*. Conservation de la Nature Canada. 33p.

COSEPAC. (2016a). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le fouille-roche gris (Percina copelandi), populations du lac Érié, populations du lac Ontario et populations du Saint-Laurent, au Canada*. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/CW69-14-223-2017-fra.pdf

COSEPAC. (2016b). *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la Tortue molle à épines (Apalone spinifera) au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_Spiny%20Softshell_2016_f.pdf

COSEPAC. (2015). *Sommaire du statut de l'espèce du COSEPAC sur le chevalier de rivière (Moxostoma carinatum) au Canada*. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/virtual_sara/files/cosewic/River%20Redhorse_Status_Appraisal_Summary_2015_f.pdf

COSEPAC. (2014). *Évaluation et rapport de situation sur le chevalier cuivré Moxostoma hubbsi au*

- Canada. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_Copper%20Redhorse_2014_f.pdf
- COSEPAC. (2012a). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) au Canada*. Repéré à https://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_anguille_amer_eel_1012_f.pdf
- COSEPAC. (2012b). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (Morone saxatilis) au Canada*. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/virtual_sara/files/cosewic/sr_bar_raye_striped_bass_1213a_f.pdf
- COSEPAC. (2012c). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue géographique (Graptemys geographica) au Canada*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/tortue-geographique-2012.html>
- COSEPAC. 2010. Guidance for completing the threats classification and assessment calculator and determining the number of "locations", i +12 p.
- COSEPAC. (2009). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable (Ammocrypta pellucida), populations de l'Ontario et populations du Québec, au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi + 52 pages (p.). Repéré à https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/dard-sable-2009.html#_Toc258318820
- COSEPAC. (2008). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la tortue serpentine (Chelydra serpentina) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 51 p.
- COSEPAC. (2006a). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) au Canada*. Repéré à https://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_american_eel_f.pdf
- COSEPAC. (2006b). *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le Chevalier de rivière (Moxostoma carinatum) au Canada. – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 36 p. Repéré à https://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_river_redhorse_f.pdf
- COSEPAC. (2000). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. v + 19 p. Repéré à
- COVABAR (2018). *Rapport de sauvetage aux écluses 6 et 7 à Chambly*. [Document interne, fichier PDF]. Beloeil, Québec.
- COVABAR (2017). *Rapport de sauvetage aux écluses 4 et 9 à Chambly et Saint-Jean-sur-Richelieu*. [Document interne, fichier PDF]. Beloeil, Québec.
- COVABAR. (s.d.). *Campagne de sensibilisation auprès des plaisanciers sur les plans d'eau du Québec*.

- Repéré à <https://covabar.qc.ca/campagne-de-sensibilisation-aupres-des-plaisanciers-sur-les-plans-deau-du-quebec/>
- Culture et Communications Québec. (2013). *Répertoire du patrimoine culturel du Québec - Canal de Lachine*. Repéré à <http://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca/rpcq/detail.do?methode=consulter&id=105250&type=bien#.XJudHyJKiUk>
- Daniels, R.A. (1993). *Habitat of the Eastern Sand Darter, Ammocrypta pellucida*. Journal of Freshwater Ecology 8(4): 287-295. Repéré à <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02705060.1993.9664868>
- Dawn Boyd, S. (2012). *Urban green spaces and community participation: Geographies of health and Community*. Repéré à <http://search.proquest.com/docview/1317041765/3166B3621776443APQ/7?accountid=13835>
- de Solla, S.R, Fernie, K.J. et Ashpole, S. (2008). *Snapping Turtles (Chelydra serpentina) as bioindicators in Canadian Areas of Concern in the Great Lakes Basin*. II. Changes in hatching success and hatchling deformities in relation to persistent organic pollutants. Environmental Pollution 153: 529-536.
- Desaigues, B. et Point, P. (1993). *Économie du patrimoine naturel : la valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*. Repéré à <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3325633v/f20.image.texteImage>
- Desroches, J.-F. et Rodrigue, D. (2004). Amphibiens et reptiles du Québec et des maritimes, Éditions Michel Quintin, 288 p.
- Desrochers, D. (1998). *Barrage de Chambly : déplacements de l'anguille et passe migratoire expérimentale au barrage de Chambly*. [Document interne, fichier PDF].
- Direction régionale de l'environnement. (2009). *Les mesures compensatoires pour la biodiversité – Principes et projet de mise en œuvre en Région PACA*. Repéré à http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_mesures_compensatoires_fev_09_V1_cle5adb51.pdf
- Dobbs, R., Pohl, H., Lin, D.-Y., Mischke, J., Garemo, N., Hexter, J., Matzinger, S., Palter, R. et Nanavatty, R. (2013). Infrastructure Productivity: How to Save \$ 1 Trillion a Year. McKinsey Global Institute.
- Dodson, J. (2017). *Le mystère des sargasses*. Repéré à http://plus.lapresse.ca/screens/ce99358b-be72-4a1b-a00f-8f896cfd41cb__7C__0.html
- Dulac, J. (2013). *Global land transport infrastructures requirements*. International Energy Agency, Paris, France. Repéré à <http://www.slocat.net/sites/default/files/transportinfrastructureinsights.pdf>
- Dumont, P., M. LaHaye, J. Leclerc et N. Fournier. (1998). *Caractérisation des captures d'anguilles d'Amérique dans des pêcheries commerciales de la rivière Richelieu et du lac Saint-François en 1997*, p. 97-106, in M. Bernard et C. Groleau (éd.), compte rendu du troisième atelier sur les pêches commerciales, Duschesnay, du 13 au 15 janvier 1998, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats et Direction des affaires régionales, Québec.

- Dupras, J. et Revéret, J.-P. (2015). *Nature et économie : un regard sur les écosystèmes du Québec*. Montréal, Québec, Canada : Les presses de l'Université du Québec.
- Durand, M. et Risse, M. (2018). *Rapport de caractérisation des bandes riveraines de la MRC Pierre-De-Saurel - Rapport final*. Repéré à <https://www.mrcpierredesaurel.com/sites/default/files/Services/Amenagement/Rapport%20final%20de%20caract%C3%A9risation.pdf>
- Englobe. (2016). *Plan de développement de la zone agricole de la MRC de Pierre-De Saurel*. Repéré à https://www.mrcpierredesaurel.com/sites/default/files/Services/Amenagement/pdza/PDZA_Portrait.pdf
- Ennos, R. (2016). *Planter des arbres pour lutter contre les inondations, est-ce vraiment efficace ?*. Repéré à <http://theconversation.com/planter-des-arbres-pour-lutter-contre-les-inondations-est-ce-vraiment-efficace-52682>
- Environnement Canada. (2016). *Programme de rétablissement de la tortue molle à épines (Apalone spinifera) au Canada [Proposition]*. Repéré à <https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=5F5CCC78-1>
- Environnement Canada. (2015). *Programme de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'ouest (Pseudacris triseriata), population des Grands Lacs/Saint-Laurent et du Bouclier canadien, au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/Rs-WesternChorusFrogGLSLBC-v00-2015Dec01_f.pdf
- Environnement Canada. (1996). *La politique fédérale sur la conservation des terres humides - Guide de mise en œuvre à l'intention des gestionnaires des terres fédérales*. Repéré à <http://nawcc.wetlandnetwork.ca/Politique%20federale%20sur%20la%20conservation%20des%20terres%20humides.pdf>
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC). (2018a). *Programme de rétablissement de l'aster à rameaux étalés (Eurybia divaricata) au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_white_wood_aster_f_final.pdf
- ECCC. (2018b). *Programme de rétablissement de la tortue molle à épines (Apalone spinifera) au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_spiny_softshell_f_final.pdf
- ECCC. (2018c). *Programme de rétablissement de la petite chauve-souris brune (Myotis lucifugus), de la chauve-souris nordique (Myotis septentrionalis) et de la pipistrelle de l'Est (Perimyotis subflavus) au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_little_brown_myotis_northern_myotis_tri_colored_bat_f_final.pdf
- ECCC. (2017). *Loi sur les pêches*. Repéré à <https://www.ec.gc.ca/pollution/default.asp?lang=Fr&n=072416B9-1&pedisable=true>

- ECCC. (2016a). *Programme de rétablissement du bourdon à tache rousse (Bombus affinis) au Canada*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_rusty_patched_bumble_bee_f_proposed.pdf
- ECCC. (2016b). *Programme de rétablissement de la tortue molle à épines (Apalone spinifera) au Canada [Proposition]*, Série de programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa. ix + 67 p.
- ECCC. (2016c). *Plan de gestion de la tortue serpentine (Chelydra serpentina) au Canada [Proposition]*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/mp_snapping%20turtle_f_proposed.pdf
- ECCC. (2011). *Environnement Canada : 40 ans d'histoire dans la région du Québec*. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/En4-152-2011-fra.pdf
- Équipe de rétablissement de cinq espèces de tortues au Québec pour les années 2005 à 2010. (2005). *La tortue des bois (Glyptemys insculpta), la tortue géographique (Graptemys geographica), la tortue mouchetée (Emydoidea blandingii), la tortue musquée (Sternotherus odoratus) et la tortue ponctuée (Clemmys guttata)*. Repéré à https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/plan_inter_tortue_2005.pdf
- Équipe de rétablissement des cyprinidés et des petits percidés du Québec. (2008). *Plan de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Québec 2007-2012*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec. 29 pages. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/retablissement-dard-sable.pdf>
- Ernst, C.H. et Lovich, J.E. (2009). *Turtles of the United States and Canada : Second edition*. Baltimore, MD : The Johns Hopkins University Press.
- Ernst, C.H., Barbour R.W. et Lovich, J.E. (1994). *Turtles of the United States and Canada*, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 578 p.
- Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ). (2013). *Gérer les plages*. Repéré à <http://banderiveraine.org/etablir-le-concept/plages-et-infrastructures/>
- Galois, P. (2007). *Plan d'intervention sur la tortue-molle à épines (Apalone spinifera spinifera) au Québec - Bilan 1997-2004 et Programmation 2005-2009*. Équipe de rétablissement de la tortue-molle à épines. 28 p + annexes.
- Galois, P. et Ouellet, M. (2007). *Traumatic injuries in eastern spiny softshell turtles (Apalone spinifera) due to recreational activities in the northern lake Champlain basin*. Chelonian Conservation and Biology, volume (6), Numéro 2, 288-293.
- Garceau, S., Letendre, M. et Chagnon, Y. (2007). *Inventaire du fouille-roche gris (Percina copelandi) dans le bassin versant de la rivière Châteauguay*. Étude réalisé par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Estrie, de Montréal et de la Montérégie, Longueuil – Rapport technique 16-28. vi + 19 p.

- Garde-rivière des Outaouais. (2018). *Protéger une espèce vulnérable : Chevalier de rivière*. Repéré à <https://www.ottawariverkeeper.ca/fr/chevalier-de-riviere-et-carpe-commune-comment-les-distinguer/>
- Gaudreau, N. (2005). *Rapport sur la situation du dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction du développement de la faune. 26 pages. Repéré à https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/Rap_sit_dard.pdf
- Gazette officielle du Québec. (2003). *Règlement sur le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin*. Repéré à <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=1&file=40875.PDF>
- Gelly, A. (2018). *L'histoire fascinante d'une importante voie navigable*. Repéré à <https://www.canadafrancais.com/2018/06/07/lhistoire-fascinante-dune-importante-voie-navigable/>
- Giroux, I. (2007). *Les pesticides dans quelques tributaires de la rive nord du Saint-Laurent : Rivières L'Assomption, Bayonne, Maskinongé et du Loup*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 28 p. + 2 annexes. Repéré à http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/rapport/pesticides_rivenord.pdf
- Gouvernement du Canada. (2019). *Comité sur la situation des espèces en péril au Canada*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/comite-situation-especes-peril.html>
- Gouvernement du Canada. (2018a). *Annexe B : Liste des organisations gouvernementales (ministères et organismes) (portefeuille ministériel par ordre alphabétique)*. Repéré à <https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/recgen/manuels-manuals/chap18/08-fra.html>
- Gouvernement du Canada. (2018b). *Programme d'intendance de l'habitat pour les espèces en péril*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/financement-environnement/programmes/intendance-habitat-especes-en-peril.html>
- Gouvernement du Canada. (2018c). *Programme de conservation et de restauration de Parcs Canada*. Repéré à <https://www.pc.gc.ca/fr/agence-agency/bib-lib/rapports-reports/core-2018/apercu-overview>
- Gouvernement du Canada. (2018d). *Fonds pour dommages à l'environnement*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/financement-environnement/programmes/fonds-dommages-environnement.html>
- Gouvernement du Canada. (2017a). *Autorités responsables de la Loi sur les espèces en péril*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/especes-peril-loi-accord-financement/autorites-responsables.html#cescc>
- Gouvernement du Canada. (2017b). *Agence canadienne d'évaluation environnementale - Mandat*.

- Repéré à <https://www.canada.ca/fr/agence-evaluation-environnementale/organisation/mandat.html>
- Gouvernement du Canada. (2017c). *Évaluation des espèces sauvages du COSEPAC : catégories de statut*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/comite-situation-especes-peril/evaluation-especes-sauvages-processus-categories-lignes-directrices/categories-statut.html>
- Gouvernement du Canada. (2017d). *Buts et objectifs canadiens pour la biodiversité d'ici 2020*. Repéré à <http://biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=9B5793F6-1&offset=1>
- Gouvernement du Canada. (2017e). *Prévention de la maladie de Lyme*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-lyme/prevention-maladie-lyme.html>
- Gouvernement du Canada. (2016). *Décret d'urgence visant la protection de la rainette faux-grillon de l'Ouest (population des Grands Lacs / Saint-Laurent et du Bouclier canadien)*. Repéré à <https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=EC6ABB31-1>
- Gouvernement du Canada. (2015a). *Lettre de mandat de la ministre de l'Environnement et du Changement climatique (12 octobre 2015)*. Repéré à <https://pm.gc.ca/fra/lettre-de-mandat-de-la-ministre-de-l'environnement-et-du-changement-climatique>
- Gouvernement du Canada. (2015b). *Guide de préparation d'une description de projet désigné en vertu de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012)*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/agence-evaluation-environnementale/services/politiques-et-orientation/guide-preparation-description-projet-designe-vertu-loi-canadienne-evaluation-environnementale-2012.html>
- Gouvernement du Canada. (2014). *Loi sur la protection de la navigation*. Repéré à <https://www.tc.gc.ca/fra/programmes-632.html>
- Gouvernement du Canada. (2013). *Énoncé de réaction : Anguille d'Amérique*. Repéré à https://www.sararegistry.gc.ca/document/dspHTML_f.cfm?ocid=9475
- Gouvernement du Canada. (2009). *Permis, accords et exceptions – Permis no PP-2009-3592*. Repéré à https://wildlife-species.canada.ca/species-risk-registry/sar/permit/viewPermit_f.cfm?id=624&type=1
- Gouvernement du Canada. (s.d. a). *Visualisateur de données de Cartes ouvertes*. Repéré à https://ouvert.canada.ca/data/fr/fgpv_vpgf/47caa405-be2b-4e9e-8f53-c478ade2ca74
- Gouvernement du Canada. (s.d. b). *Visualisateur de données de Cartes ouvertes*. Repéré à https://ouvert.canada.ca/data/fr/fgpv_vpgf/db177a8c-5d7d-49eb-8290-31e6a45d786c
- Gouvernement du Canada. (s.d. c). *Registre public des espèces en péril - Index des espèces de A à Z*.

- Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/sar/index/default_f.cfm?stype=species&lng=f&index=1&common=&scientific=&population=&taxid=1&locid=6&desid=0&schid=1&desid2=0&
- Gouvernement du Canada. (s.d. d). *Profil d'espèce – Tortue-molle à épines*. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/species/speciesDetails_f.cfm?sid=278#ot27
- Gouvernement du Canada. (s.d. e). *Profil d'espèce – Tortue serpentine*. Repéré à https://wildlife-species.canada.ca/species-risk-registry/species/speciesDetails_f.cfm?sid=1033#ot11
- Gouvernement du Québec. (s.d.). *Guide de gestion des eaux pluviales*. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/Eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>
- Guillemette, S., Guindon, A. et Desrochers, D. (2013). *Suivi des passes migratoires à anguille à la centrale de Beauharnois et au barrage de Chambly – 2013*. MILIEU inc., pour l'unité Environnement, Gestion des actifs et conformité réglementaire, Hydro-Québec Production. 87 p.
- Hannouche, A., Chebbo, G., Ruban, G., Tassin, B. et Joannis, C. (2012). *Relation entre la turbidité et les matières en suspension en réseau d'assainissement unitaire*. Techniques Sciences Méthodes, ASTEE/EDP Sciences, 2011, 2010 (10), pp.42-51. Repéré à <https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-00722663/document>
- Hansen, A.R. (éd.) 2004. *Status and Conservation of Eelgrass (Zostera marina) in Eastern Canada*. Repéré à <http://www.gov.pe.ca/photos/original/ENVIRO2011A.pdf>
- Harding, J.H. (1997). *Amphibians and Reptiles of the Great Lakes Region*, The University of Michigan Press, Ann Arbor (Michigan), xvi + 378 p.
- Holm, E., et Mandrak, N.E. (1996). *The status of the Eastern Sand Darter, Ammocrypta pellucida, in Canada*. Canadian Field–Naturalist 110(3):462–469. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/282850945_The_Status_of_the_Eastern_Sand_Darter_Ammocrypta_pellucida_in_Canada
- Hydro-Québec. (2018). *Restauration et création d'un refuge thermique pour les tortues*. Repéré à <http://www.hydroquebec.com/fondation-environnement/projets-soutenus/restauration-et-creation-dun-refuge-thermique-pour-les-tortues>
- IBM. (s.d.). *Découvrez comment Maximo peut travailler pour vous*. Repéré à <https://www.ibm.com/ca-fr/marketplace/maximo/details>
- Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture. (s.d.). *Génie écologique – Définitions*. Repéré à <http://www.genieecologique.fr/definitions>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2018). *La maladie de Lyme et les maladies transmises par les tiques*. Repéré à <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/maladie-de-lyme>
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2004). *2004 IUCN Red List of Threatened Species :*

- A Global Species Assessment. Repéré à <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2004-001.pdf>
- Jessop, B.M. (1998). *Geographic and seasonal variation in biological characteristics of American eel elvers in the Bay of Fundy area and on the Atlantic coast of Nova Scotia*. Canadian Journal of Zoology 12:2172-2185.
- Joseph, V., Locke, A. et Godin, J.G. (2006). *Spatial distribution of fishes and decapods in eelgrass (Zostera marina) and sandy habitats of a New Brunswick estuary, eastern Canada*. Aquatic Ecology 40:111-123. Repéré à <https://link.springer.com/article/10.1007/s10452-005-9027-x>
- Jutras, J. et Giguère, S. (2010). *Guide concernant la disposition des œufs de tortues déterrés accidentellement*. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/oeufs-tortues.pdf>
- Kleckner, R.C., et McCleave, J.D. (1982). *Entry of migrating American eel leptocephali into the Gulf stream system*, Helgoländer Meeresuntersuchungen 35:329-339.
- Kolbert, E. (2015). *La sixième extinction : comment l'homme détruit la vie*. Laval : Guy Saint-Jean Édition.
- Lagler, K.F. (1940). *A Turtle Loss?* American Wildlife 29(1):41-44.
- Lane, J.A., Portt, C.B. et Minns, C.K. (1996). *Nursery habitat characteristics of Great Lakes fishes*. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2338: v + 42 p.
- Lapointe, M. (1997). *Rapport sur la situation du fouille-roche gris (Percina copelandi) au Québec*. Ministère de l'environnement et de la faune, novembre 1997. 55 p.
- Lavoie, C. (2007). *Envahissement du roseau commun le long des corridors autoroutiers : état de situation, causes et gestion*. Repéré à https://www.phragmites.crad.ulaval.ca/files/phragmites/Lavoie_2007.pdf?fbclid=IwAR31I7OkCuY-xa9AgbZu2LwQrxbtXVx0KEPm3nJeJdwodHSGaajHcZ4U
- Le groupe Phragmites. (s.d.). *Le roseau envahisseur : la dynamique, l'impact et le contrôle d'une invasion d'envergure*. Repéré à <https://www.phragmites.crad.ulaval.ca/files/phragmites/Phragmites-Nat-Can.pdf>
- Le Sueur, C.A. (1817). *Lake Erie Tortoise*, Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1(1):86-88.
- Lemieux, C., Renaud, S., Bégin P. et Belzile, L. (2005). *Acquisition des connaissances – Rivière Gatineau Centrale des Rapides-Farmers et Secteur Wakefield*. Rapport de GENIVAR Groupe Conseil Inc. présenté à Hydro-Québec Production, Direction Barrages et Environnement. 76 p. + annexes.
- Lemmen, D.S., Warren, F.J. et Lacroix, J. (2008). *Synthèse dans Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Repéré à https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_f.pdf

- Les Amis du canal de Chambly. (s.d.). *Canal de Chambly*. Repéré à <http://www.lesamisducanalchambly.org/fr/canal-de-chambly/>
- Logan, D. T. (1985). *Environmental variation and striped bass population dynamics: A size-dependent mortality model*. *Estuaries*, 1985, Volume 8, Number 1, Page 28. Repéré à <https://link.springer.com/article/10.2307/1352119>
- Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012)*, LC 2012, c 19, art 52
- Loi constitutionnelle de 1867 (R-U)*, 30 & 31 Vict, c 3
- Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs, L.C. 1994, ch. 22*
- Loi sur l'Agence Parcs Canada*, LC 1998, c 31
- Loi sur la protection de la navigation*, LRC 1985, c N-22
- Loi sur la qualité de l'environnement*, RLRQ c Q-2
- Loi sur les espèces en péril*, LC 2002, c 29
- Loi sur les pêches*, LRC 1985, c F-14
- Mandrak, N.E., et E.J. Crossman. (1992). *A checklist of Ontario freshwater fishes annotated with distribution maps*. Royal Ontario Museum Life Sciences Publications, Toronto (Ontario), 184 p.
- Marriner, B.A., Baki, A.B.M., Zhu, D.Z., Cooke, S.J. et Katopodis, C. (2016). The hydraulics of a vertical slot fishway: A case study on the multi-species Vianney-Legendre fishway in Quebec, Canada. *Ecological engineering, Volume 90, Mai 2016, Page 190-202*. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857416300325>
- Marriner, B.A., Baki, A.B.M., Zhu, D.Z., Thiem, J.D., Cooke, S.J. et Katopodis, C. (2013). Field and numerical assessment of turning pool hydraulics in a vertical slot fishway. *Ecological engineering, Volume 63, Février 2014, Pages 88-101*. Repéré à <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857413005107?via%3Dihub>
- McDevitt-Irwin, J.-M., Drake Fuller, S., Grant, C. et Baum, J.K. (2015). *Missing the safety net: evidence for inconsistent and insufficient management of at-risk marine fishes in Canada*. Repéré à <https://eds-a-ebsohost-com.ezproxy.usherbrooke.ca/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=3e9a50a6-c5c7-4ec7-95b4-a91ecbd886d5%40sessionmgr4007>
- McGoldrick, D.J., Metcalfe-Smith, J.L., Arts, M.T., Schloesser, D.W., Newton, T.J., Mackie, G.L., Monroe, E.M., Biberhofer, J. et Johnson, K. (2009). *Characteristics of a refuge for native freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in Lake St. Clair*, *Journal of Great Lakes Research* 35:137-146.
- Méral, P. et Pesche, D. (2016). *Les services écosystémiques : repenser les relations nature et société*. Repéré à <https://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/reader.action?docID=4539845>

- Milieu Inc. (s.d.). *Barrage de Chambly*. Repéré à <http://www.milieuinc.com/projets?id=3>
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human well-being : Synthesis*. Washington, D.C.: Island Press. Repéré à <https://ebookcentral.proquest.com/lib/usherbrookemgh-ebooks/reader.action?docID=4424025>
- Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation du Québec (MAPAQ). (2014). *Portrait agroalimentaire de la Montérégie*. Repéré à https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Portrait_agroalimentaire_monteregie.pdf
- Ministère de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2019). *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau - 2.1.2 Les matières en suspension et la turbidité*. Repéré à http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/parties1-2.htm#212
- Ministère de la transition écologique et solidaire. (2017). *La prise en compte de la séquence Éviter-Réduire-Compenser dans les projets d'infrastructures linéaires de transport*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/prise-en-compte-sequence-eviter-reduire-compenser-dans-projets-dinfrastructures-lineaires-transport>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2018a). *Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec*. Repéré à <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp#poissons>
- MFFP. (2018b). *Chevalier cuivré*. Repéré à <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=5>
- MFFP. (2016a). *Demande de permis SEG et certificat de bons soins aux animaux*. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/formulaires/permis-seg.jsp#permis>
- MFFP. (2016b). *Refuges fauniques*. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/territoires/refuge.jsp>
- MFFP. (2015) *Banque de données des résultats de pêches expérimentales - "Feuilles de pêche" - données de 1928 à 2016*. [Document interne, fichier PDF]. Longueuil, Québec.
- MFFP. (2010a). *Chevalier de rivière - Moxostoma carinatum - River redhorse - Fiche descriptive*. Repéré à : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=15>
- MFFP. (2010b). *Dard de sable - Ammocrypta pellucida - Eastern sand darter - fiche descriptive*. Repéré à <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=77>
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). (2012). *Plan de rétablissement du chevalier cuivré (moxostoma hubbsi) au Québec - 2012-2017*. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/plan-retablissement-chevalier.pdf>
- Ministère des Transport du Québec (MTQ). (2019). *Pont Gouin*. Repéré à <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/projets-infrastructures/projets/reseau-routier/projets-routiers/monteregie/pont-gouin/pages/pont-gouin.aspx>

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la lutte aux Changements climatiques (MDDELCC). (s.d.). Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/Etat-eau-ecosysteme-aquatique-faune-situationCauses.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2008). *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*. Repéré à http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide_plan.pdf

Ministère Pêches et Océans Canada (MPO). (2019). *Fonds de la nature du Canada pour les espèces en péril - critères de sélection*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/sara-lep/cnfasar-fnceap/criteria-criteres/index-fra.html>

MPO. (2018a). *Types de projets et plans d'eau qui ne sont pas assujettis à un examen*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/activites-activites-fra.html>

MPO. (2018b). *Mesures visant à éviter les dommages causés au poisson et à son habitat*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/mesures-mesures/mesures-mesures-fra.html>

MPO. (2018c). *Vérifiez si votre projet doit faire l'objet d'un examen de Pêches et Océans Canada*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/review-revue-fra.html>

MPO. (2016a). *Éviter, atténuer ou compenser les dommages causés au poisson et à son habitat, y compris aux espèces aquatiques en péril*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/mesures-mesures/mesures-mesures-fra.html>

MPO. (2016b). *Lignes directrices pour les traversées de cours d'eau au Québec - Édition 2016*. Repéré à http://www.foretprivee.ca/wp-content/uploads/2016/05/Lignes_dir_traversees_QC_2016-MPO.pdf

MPO. (2016c). *Plan de gestion du chevalier de rivière (Moxostoma carinatum) au Canada [Proposé]*. Série des plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa. ix + 51 pp. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/plans-gestion/chevalier-riviere-plan-gestion.html>

MPO. (2014). *Programme de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Canada, populations du Québec*. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_dard_sable_esd_qc_0414_f.pdf

MPO. (2013a). *Énoncé de politique sur la protection des pêches*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/pol/index-fra.html>

MPO. (2013b). *Programme de rétablissement du fouille-roche gris (Percina copelandi) au Canada*. Série des programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril. Pêches et Océans Canada, Ottawa. viii + 84 p. Repéré à http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_fouille-roche-gris_channel_darter_1113_f.pdf

- MPO. (2012). *Programme de rétablissement du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi) au Canada*. Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Ottawa, xi + 64 p. Repéré à https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_chevalier_cuivre_copper_redhorse_0612_f.pdf
- MPO. (2011a). *Avis sur la désignation de l'habitat essentiel du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/072. [Document interne, fichier PDF], Mont-Joli, Québec.
- MPO. (2011b). *Évaluation des dommages admissibles pour le bar rayé (Morone saxatilis) dans le sud du golfe du Saint-Laurent*, Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis scientifique 2011/014. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343857.pdf>
- MPO. (2010a). *Impact possible des captures accidentelles par les pêches commerciales et sportives sur la survie et le rétablissement de la population de bar rayé (morone saxatilis) de l'estuaire du Saint-Laurent*. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Réponse des Sciences 2009/018. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/339198.pdf>
- MPO. (2010b). *Évaluation du potentiel de rétablissement du fouilleroche gris (Percina copelandi) au Canada*. Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO, Avis scientifique 2010/058. 19 p.
- MPO. (2009). *Instructions nautiques - Fleuve Saint-Laurent Cap-Rouge à Montréal et rivière Richelieu*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/337045.pdf>
- MPO. (2000a). *Construction d'une passe migratoire à fentes verticales au canal historique de Saint-Ours – Approbation en vertu des paragraphes 20(3) et 30(2) de la Loi sur les pêches*. [Document interne, fichier PDF]. Mont-Joli, Québec.
- MPO. (2000b). *Le monde sous-marin - L'Anguille d'Amérique*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/247425.pdf>
- MPO et MRNF. (s.d.). *Le poisson dans tous ses habitats - L'habitat du poisson : mieux le connaître pour mieux le préserver*. Repéré à http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/publications/habitat/habitat_poisson-fish_habitat-fra.pdf
- Ministère des Transport du Québec. (2011). *Environnement et transport - Méthode du tiers inférieur pour l'entretien des fossés routiers*. Repéré à <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1079063.pdf>
- Moisan, M. (1998). *Rapport sur la situation du chevalier de rivière (Moxostoma carinatum) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 73 p. Repéré à <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/rapport-situation-chevalier.pdf>
- Mongeau, J.-R., Dumont P. et Cloutier, L. (1986). *La biologie du suceur cuivré, Moxostoma hubbsi, une espèce rare et endémique à la région de Montréal*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Montréal. Rapport technique 06-39. 137p.

- Moreira, A. W. (2016). *La Loi sur les Pêches en tant que loi protégeant l'environnement - Symposium sur l'environnement au tribunal : Protection de l'environnement marin*. Repéré à https://cirl.ca/files/cirl/moreira_2016_hfx_fr1.pdf
- Nations Unies. (1992). *Convention sur la diversité biologique*. Repéré à <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>
- Nations Unies. (s.d.). Collection des traités : 8. Convention sur la diversité biologique. Repéré à https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-8&chapter=27&clang=_fr#1
- Nautisme Québec. (2018). *Suivez la vague*. Repéré à <http://www.nautismequebec.com/suivezlavague.php>
- Obbard, M.E. et Brooks. R.J. (1980). *Nesting migrations of the Snapping Turtle (Chelydra serpentina)*, *Herpetologica* 36(2):158-162.
- Office québécois de la langue française. (2015). Fiche terminologique - Biodiversité. Repéré à http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26506449
- Organisme des bassins versants de la Capitale. (2015). *Plan directeur de l'eau - Le diagnostic - Dégradation ou perte d'habitats fauniques / Artificialisation des berges*. Repéré à <http://www.obvcapitale.org/plans-directeurs-de-leau-2/2e-generation/diagnostic/section-2-problematiques-associees-a-la-qualite-des-ecosystemes/2-3-degradation-ou-perde-dhabitats-fauniques>
- Parker, B.J. (1988). *Updated status of the river redhorse, Moxostoma carinatum, in Canada*. *Canadian Field-Naturalist* 102 : 140-146. Repéré à <https://www.biodiversitylibrary.org/item/89713#page/12/mode/1up>
- Paquette, A. et Messier, C. (2016). *Pour une plantation qui augmente la résilience des arbres municipaux de Gatineau*. Repéré à https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportMessier2016_FR.pdf
- Paterson, J.E., Steinberg B.D. et Litzgus, J.D. (2012). *Generally specialized or especially general? Habitat selection by Snapping Turtles (Chelydra serpentina) in central Ontario*. *Canadian Journal of Zoology* 90:139-149.
- Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A. et Souchon, Y. (2017). *Restitution de l'ESCo Eutrophisation : Manifestations, causes conséquences et prédictibilité*. Repéré à <https://inee.cnrs.fr/fr/restitution-de-lesco-eutrophisation>
- Poos, M.S., Mandrak, N.E. et McLaughlin, R.L. (2008). *A practical framework for selecting among single-species, community- and ecosystem-based recovery plans*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:2656–2666. Repéré à <https://pdfs.semanticscholar.org/b246/84b85276d037f6f100b08a05e0457b06a815.pdf>

- Quinty, F. (2015). *Des opportunités de compenser pour la perte de milieux humides*. Repéré à http://www.gret-perg.ulaval.ca/fileadmin/fichiers/fichiersGRET/pdf/Vulgarisation/Dossier_Quinty-Vecteur_mai_2015.pdf
- Rawstron, R.R., T.C. Farley, H.K. Chadwick, G.E. Delisle, D.B. Odenweller, D.E. Stevens, D. Kohlhorst, L. Miller, A. Pickard et H. Reading, (1989). *Striped bass restoration and management plan for the Sacramento-San Joaquin estuary, phase I*. California Department of Fish and Game, 39 p.
- Règlement sur les canaux historiques*, DORS/93-220
- Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b) de la Loi sur les pêches*, DORS/2013-191
- Règlement sur les espèces aquatiques envahissantes*, DORS/2015-121
- Regnery, B. (2017). *La compensation écologique - Concepts et limites pour conserver la biodiversité*. Paris, France : Publications scientifiques du Muséum national d'histoire naturelle.
- Reid, S.M. (2006). *Distribution and status of River Redhorse (Moxostoma carinatum) and Channel Darter (Percina copelandi) along the Trent-Severn Waterway*. 2005 Parks Research Forum of Ontario Proceedings, Guelph, Ontario. pp. 221-230.
- Ressources naturelles Canada. (2016). *Refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin*. Repéré à <http://www4.rncan.gc.ca/recherche-de-noms-de-lieux/unique/ERKSJ>
- Richards-Dimitrie, T. et Seigel, R. (2010). *Diet of Northern Map Turtles (Graptemys geographica): Relationship to sexual dimorphism and potential impacts of an altered river system in Maryland*, affiche de recherche, Department of Biological Sciences, Towson University, Towson (Maryland).
- Robertson, C., McLeman, R. et Lawrence, H. (2015). Winters too warm to skate? Citizen-science reported variability in availability of outdoor skating in Canada. *The Canadian Geographer*, 59(4), 383-390.
- Robitaille, J., M. Bérubé, A. Gosselin, M. Baril, J. Beauchamp, J. Boucher, S. Dionne, M. Legault, Y. Mailhot, B. Ouellet, P. Sirois, S. Tremblay, G. Trencia, G. Verreault et D. Villeneuve. (2011). *Programme de rétablissement du bar rayé (Morone saxatilis), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada*. Série des programmes de rétablissement publiés en vertu de la Loi sur les espèces en péril. Ottawa : Pêches et Océans Canada. xi + 52 p. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/virtual_sara/files/plans/rs_bar_raye_stripped_bass_st.la_1011_fra.pdf
- Robitaille, J. (2010). *Évaluation de la qualité de l'habitat et de son utilisation par la population disparue de bar rayé (Morone saxatilis) de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec*. Secr. can. de consult. sci. du MPO, document de recherche 2010/052, vi + 22 p. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/343102.pdf>
- Rouleau, S. et Bernier, P. (2011). Habitats, structure de la population, mouvements et menaces affectant la tortue géographique (*Graptemys geographica*) dans l'ouest du lac des Deux-Montagnes, Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec.

- Route verte. (s.d.). *Cartographie de la route verte*. Repéré à <https://www.routeverte.com/cartographie-route-verte/>
- Ryan, T., Conner, C., Bouthitt, B., Sterrett S. et Salsbury, C. (2008). *Movement and habitat use of two aquatic turtles (Graptemys geographica and Trachemys scripta) in an urban landscape*. Repéré à <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-008-0049-8>
- Schmidt, J. (1922). *The breeding places of the eel*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Series B 211:179-208.
- Scott, W.B. et Crossman, E.J. (1973). *Freshwater fishes of Canada*. Repéré à http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/52369_Pt1.pdf
- Scott, W.B. et M.G. Scott. (1988). *Atlantic Fishes of Canada*. *Canadien Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 219 : 731 p.
- Sécurité publique Québec. (2013). *Inondations printanières Montérégie 2011 : rapport d'événement*. Repéré à <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-et-statistiques/inondations-monteregie-2011/en-ligne.html>
- Sécurité publique Québec. (2012). *Les solutions possibles pour contrer l'érosion des berges*. Repéré à <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-du-territoire/erosion-cotiere/solutions.html#c27928>
- Sévigny, A. (1990). Saint-Ours: une écluse et un barrage dans le Bas-Richelieu au milieu du siècle dernier. Repéré à <https://www.erudit.org/fr/revues/cdd/1990-n45-cdd0569/1015571ar.pdf>
- Sévigny, P. (1984). *Le commerce du blé et la navigation dans le Bas-Richelieu avant 1849*. *Revue d'histoire de l'Amérique française*, 38, (1), 5–21. Repéré à <https://doi.org/10.7202/304234ar>
- Simon, T.P. et Wallus, R. (2006). *Reproductive biology and early life history of fishes in the Ohio River*. Repéré à https://www.jstor.org/stable/10.1086/511595?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=Reproductive&searchText=biology&searchText=and&searchText=early&searchText=life&searchText=history&searchText=of&searchText=fishes&searchText=in&searchText=the&searchText=Ohio&searchText=River&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DReproductive%2Bbiology%2Band%2Bearly%2Blife%2Bhistory%2Bof%2Bfishes%2Bin%2Bthe%2BOhio%2BRiver%26amp%3Bfilter%3D&ab_segments=0%2Fdefault-2%2Fcontrol&refreqid=search%3Aba3e6c3e6ae3c2feb4ee5014f7829475&seq=1#metadata_info_tab_contents
- Smith, P.W. (1979). *The fishes of Illinois*, *University of Illinois Press*. Repéré à <https://www.press.uillinois.edu/books/catalog/64eyz4az9780252070846.html>
- SNC-Lavalin inc. (2018). *Canal-de-Saint-Ours - Lieu Historique National du Canada - Réfection du barrage et de la passe migratoire - Analyse d'impact environnemental - Rapport final* [Document interne, fichier PDF]. Montréal, Québec.

- Société de la faune et des parcs du Québec. (2002). *Rapport sur les impacts de la production porcine sur la faune et ses habitats*. Vice-présidence au développement et à l'aménagement de la faune, Québec.
- Society for ecological restoration international. (2002). *The SER Primer on Ecological Restoration*. Repéré à <http://www.ser.org/>
- Soyer, H. (2011). *La compensation écologique : État des lieux et recommandations*. Repéré à https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Etude_Compensation_UICN_France.pdf
- St-Jean, J., De Araujo Borba, J.C. et Maurice, M.-P. (2011). *Caractérisation des cours d'eau de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu*. Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil. 96 p. + 4 annexes
- Stantec. (2019). *Visite de caractérisation de l'habitat aquatique du lit d'écoulement traversant le Siphon 1, sur le tronçon touché par les travaux ainsi qu'en amont et en aval, afin de déterminer la présence de poissons ou d'habitat du poisson avant la tenue de travaux devant être réalisés de façon urgente*. [Document interne, fichier PDF]. Chambly, Québec : Isabelle Picard.
- Tarlach, Gemma. (2018). *Mass extinctions - it wasn't all bad news*. Repéré à <http://discovermagazine.com/2018/jul-aug/mass-extinctions>
- Termium Plus. (2019). *Territoire domanial*. Repéré à http://www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-eng.html?lang=eng&srchtxt=TERRITOIRE%20DOMANIAL&i=1&index=alt&codom2nd_wet=1#results
- Tesch, F.W. (1977). *The eel: biology and management of anguillids eels*. Chapman and Hall, London, 437 p.
- Tessier, N. et Lapointe, F. (2009). *Caractérisation et protection des populations de tortues géographiques au Québec et en Ontario*, ConservAction ACGT Inc., rapport présenté à la Fondation de la faune du Québec, n° de réf. 6600-214B, Mirabel, 32 p.
- Tetra Tech. (2016). *Note technique - Sensibilité du milieu récepteur au point de rejet de l'émissaire pluvial / Canal Chambly*. [Document interne, fichier PDF]. Chambly, Québec.
- Transport Canada. (2016a). *Fiche d'information no 1 - Protection de la navigation*. Repéré à https://www.canada.ca/content/dam/themes/environment/conservation/environmental-reviews/navigation-protection/Fiche_information_1_Protection_de_la_navigation.pdf
- Transport Canada. (2016b). *Guide pour remplir le formulaire d'avis d'ouvrage du Programme de protection de la navigation*. Repéré à <https://www.tc.gc.ca/fra/programmes-674.html>
- Turner, C.L. (1922). *Food of common Ohio darters*. Repéré à https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/2148/1/V22N02_041.pdf
- Union européenne. (2014). *Living well, within the limits of our planet - 7th EAP - The new general Union*

- Environment Action Programme to 2020. Repéré à <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/7eap/en.pdf>
- Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN). (2018). *Background & history*. Repéré à <https://www.iucnredlist.org/about/background-history>
- Union internationale pour la conservation de la nature comité Français (UICN). (2011). *La compensation écologique : état des lieux et recommandations*. Repéré à https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Etude_Compensation_UICN_France.pdf
- Unité des voies navigables au Québec (UVNQ). (2018a). *Demande d'approbation de projet (DAP) – IIF/ICI/B2014*. [Document interne, fichier PDF]. Chambly, Québec.
- UVNQ. (2017). *Canaux - navigateur*. [Outil interne, fichier KMZ]. Montréal, Québec.
- Université Laval. (2012). *Ponceaux*. Repéré à http://www.grr.ulaval.ca/gae_3005/Documents/Notes_A2012/CH_07_Ponceaux.pdf
- University of Wisconsin. (s.d.). *About : Biodiversity*. Repéré à <http://www.uwgb.edu/biodiversity/about/biodiversity.asp>
- U.S. Fish and Wildlife Service. (2014). *Exports on Spiny Softshell, Blanding's Turtle and Eastern Musk Turtle from 1999 to October 2014*. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Law Enforcement – LEMIS (Law Enforcement Management Information System), Arlington, TX.
- Vachon, N. (2018a). *Reproduction artificielle, cryopréservation de la laitance et identification des contaminants prioritaires et de leurs effets chez les jeunes stades de chevalier cuivré en 2018*. [Document interne, fichier PDF]. Longueuil, Québec : Nathalie Vachon.
- Vachon, N. (2018b). *Reproduction artificielle, suivi du recrutement et premiers essais de cryopréservation de la laitance du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi) en 2012*. Rapport technique 16-52, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 33 p.
- Vachon, N. (2003). *L'envasement des cours d'eau : processus, causes et effets sur les écosystèmes avec une attention particulière aux Catostomidés dont le chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique. 16-13, vi + 49 p.
- Vachon, N. (2002). *Variations interannuelles de l'abondance des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu de 1997 à 2001 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*, Société de la faune et des parcs du Québec, Longueuil, Rapport technique 16-06, 48 p.
- Vachon, N. (1999a). *Écologie des juvéniles 0+ et 1+ de chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi), une espèce*

- menacée, comparée à celle des quatre autres espèces de *Moxostoma* (*M. anisurum*, *M. carinatum*, *M. macrolepidotum*, *M. valenciennesi*) dans le système de la rivière Richelieu, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 191 p.
- Vachon, N. (1999b). *Suivi de l'abondance relative des chevaliers 0+ dans le secteur Saint-Marc de la rivière Richelieu en septembre 1999 avec une attention particulière portée au chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*, Société de la faune et des parcs du Québec, Longueuil, Rapport technique 16-05, 25 p.
- Valiquette, É., Harvey, V. et Pelletier, A.-M. (2017). *Mise à jour des connaissances sur l'identification, la description et l'utilisation spatio-temporelle des habitats du bar rayé (Morone saxatilis) de la population du fleuve Saint-Laurent, Québec*. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2017/005. ix + 55 p. Repéré à <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/40601596.pdf>
- Vanasse, A., Cohen, A., Courteau, J., Bergeron, P., Chebana, F., Gosselin, P., Rochette, L., Blais, C. et Ouarda, T. B. M. J. (2015). *Projet E4 : Impact des inondations importantes sur la santé cardiovasculaire au Québec : Les cas de Saguenay (1996) et de St-Jean-sur-Richelieu (2011)*. INRS Eau Terre Environnement. Rapport de recherche no R1637. 83 p.
- Verdon, R., D. Desrochers et P. Dumont. (2003). *Recruitment of American eels in the Richelieu River and Lake Champlain: provision of upstream passage as a regional scale solution to a large-scale problem*, p. 125-138, in D.A. Dixon (éd.), *Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*, American Fisheries Society Symposium 33 (Missouri).
- Ville de Montréal. (2017). *Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020 - Les constats édition 2017*. Repéré à http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/enviro_fr/media/documents/paccam_2015-2020_lesconstats.pdf
- Ville de Richelieu. (2015). *La centrale hydroélectrique*. Repéré à http://ville.richelieu.qc.ca/wp-content/uploads/2015/11/centrale_hydroelectrique.pdf
- Weinstein, N., Balmford, A., DeHaan, C. R., Gladwell, V., Bradbury, R. B., & Amano, T. (2015). *Seeing community for the trees: The links among contact with natural environments, community cohesion, and crime*. Repéré à <https://journals-sagepub-com.ezproxy.usherbrooke.ca/doi/pdf/10.1177/0013916517738312>
- Welsh, J. (2014). *The st. George rainway : building community resilience with green infrastructure (Thèse de doctorat)*. Université de la British Columbia, Vancouver, Canada.
- Winn, H.E. (1953). Breeding habits of the percid fish *Hadropterus copelandi* in Michigan. *Copeia* 1953(1): 26-30.
- Yoder, C. et Beaumier, R. A. (1986). *The Occurrence and Distribution of River Redhorse, Moxostoma carinatum and Greater Redhorse, Moxostoma valenciennesi in the Sandusky River, Ohio*. Repéré à https://www.researchgate.net/publication/301766460_The_Occurrence_and_Distribution_of_River_Redhorse_Moxostoma_carinatum_and_Greater_Redhorse_Moxostoma_valenciennesi_in_the_Sandusky_River_Ohio

Zooecomuseum. (s.d.). *Tortue serpentine – chelydra serpentine*. Repéré à
<https://zooecomuseum.ca/fr/tortue-serpentine/>

ANNEXE 1 LISTE DES EXPERTS CONSULTÉS

Alexandre Gagnon, agent des services techniques
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Audrey Beaudet, technicienne en géomatique
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Caroline Lussier, planificatrice urbaine
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Charles-Vincent Lussier, agent en gestion des ressources
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

David Cadieux, ingénieur chargé de projets
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

François Auger, agent en gestion des ressources
Parc de la Mauricie
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

François Ferrer, coordonnateur aux opérations
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Karine Lalonde, agente d'évaluation environnementale
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Marc Desrochers, contremaître des Services Techniques
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Marie-Pier Veilleux, biologiste senior espèces en péril
Ministère Pêches et Océans Canada (MPO)
Gouvernement du Canada

Matthieu Paradis, conseiller en ressources culturelles
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Nadia Rusztyn, ingénieure chargé de projets

Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Nathalie Vachon, biologiste senior responsable du programme de rétablissement du chevalier cuivré
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)
Gouvernement du Québec

Noémie Bessette, ingénieure en sécurité de barrage
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Odette Lambert, biologiste certifiée pour le traitement des frênes
Entreprise Arbofolium spécialisée en traitement des frênes contre l'agrile

René Bernard, ingénieur chargé de projets
Voies navigables au Québec
Parcs Canada / Gouvernement du Canada

Sébastien Rouleau, biologiste coordonnateur
Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ)

ANNEXE 2 CARTOGRAPHIE DES MILIEUX HUMIDES AU CANAL-DE-CHAMBLY (CANARDS ILLIMITÉS, 2017)

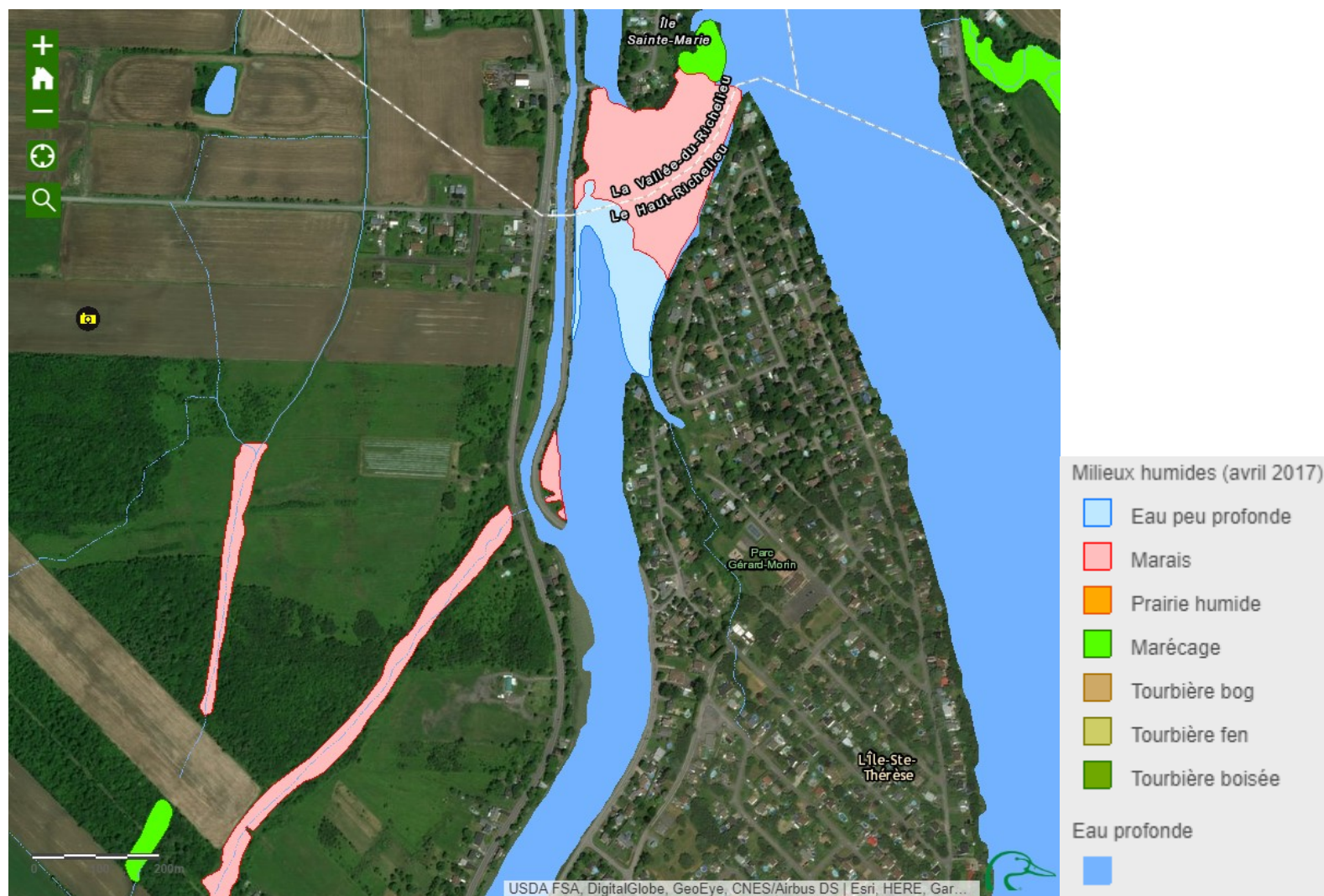


Figure 1 – Marais du siphon 3 au secteur de l'Île Sainte-Marie du Canal-de-Chambly

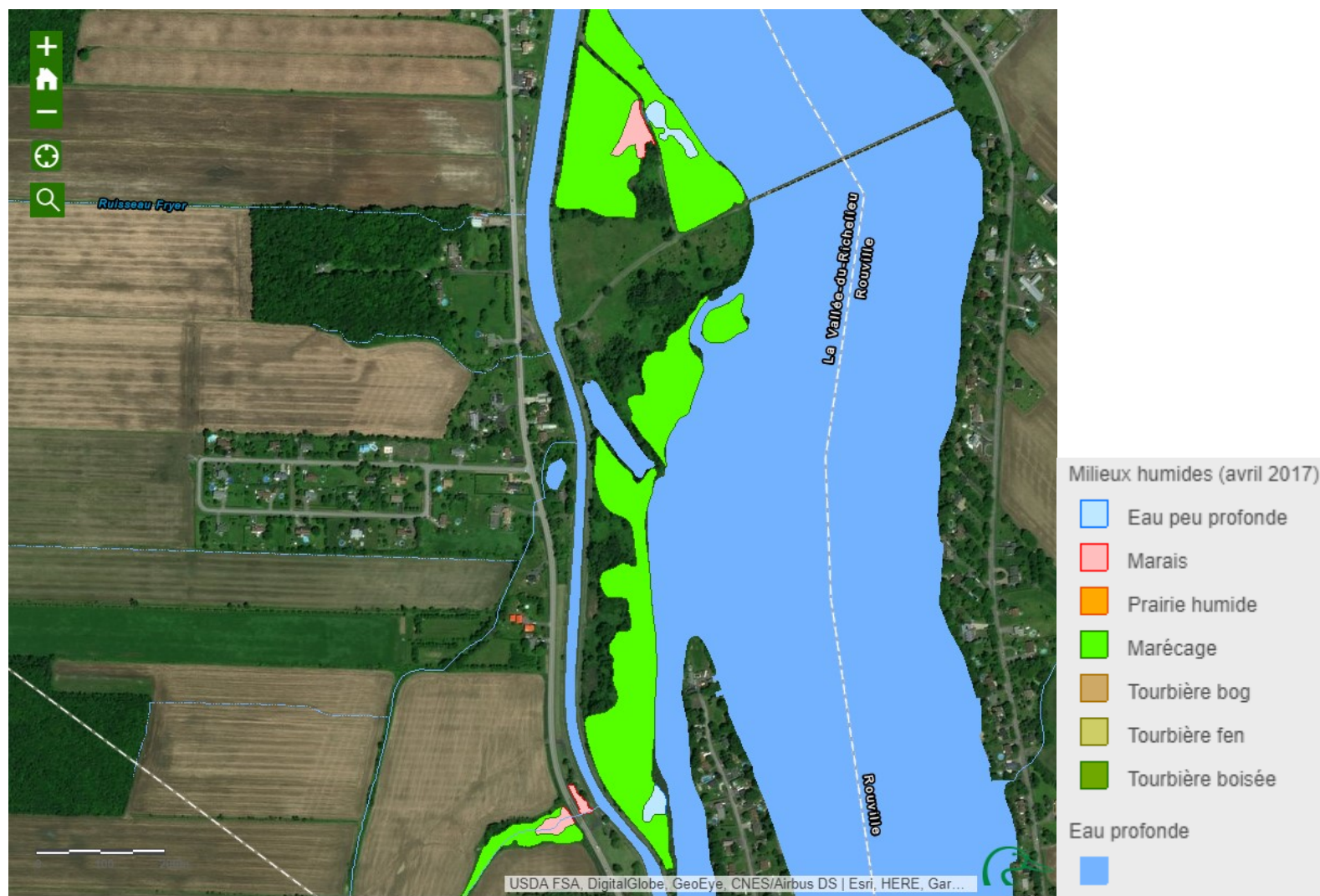


Figure 2 – Marécages, marais et zones d’eau peu profonde au secteur de l’Île Fryer du Canal-de-Chambly



Figure 3 – Marécage et zone d’eau peu profonde au secteur Carignan du Canal-de-Chambly

ANNEXE 3 – CARTOGRAPHIE DES RIVES DU CANAL-DE-CHAMBLY (UVNQ, 2017)

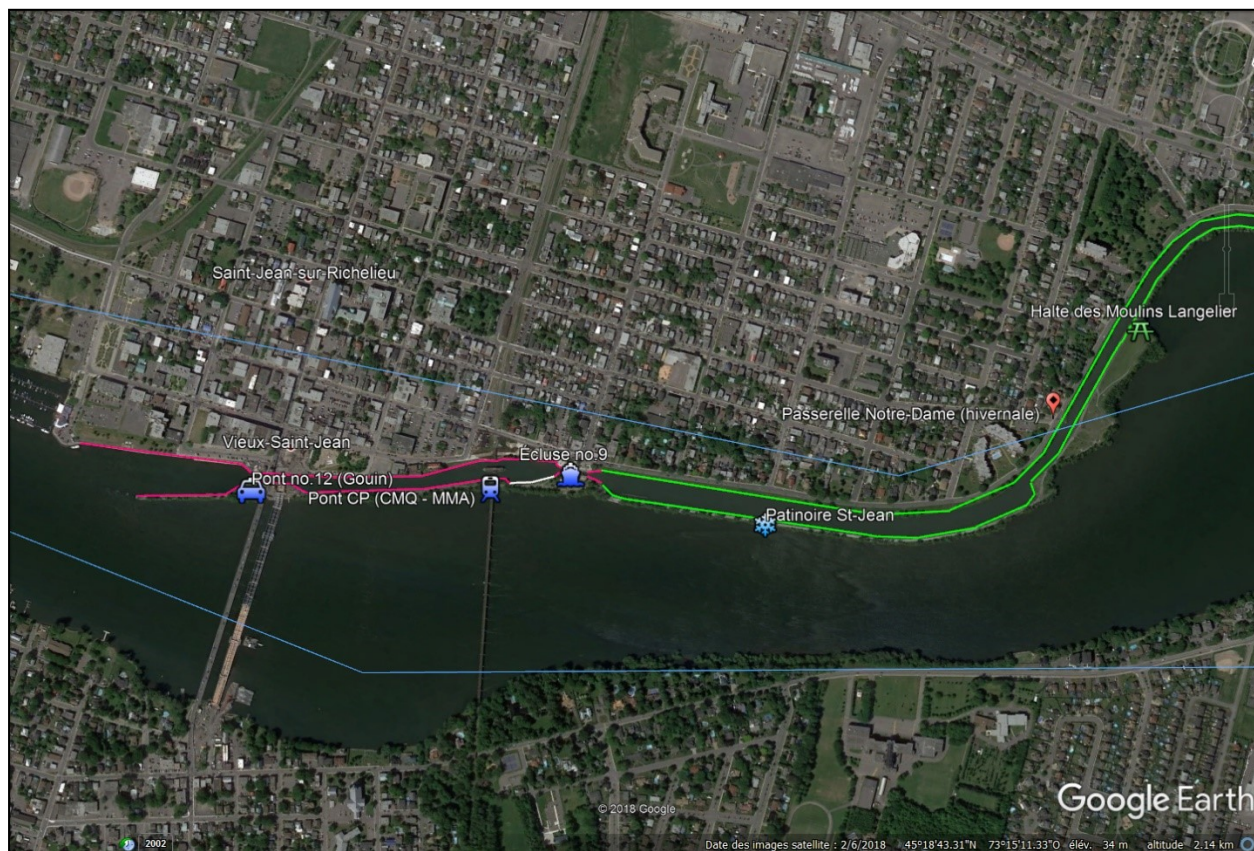


Figure 1 Secteur Vieux Saint-Jean, photo 1

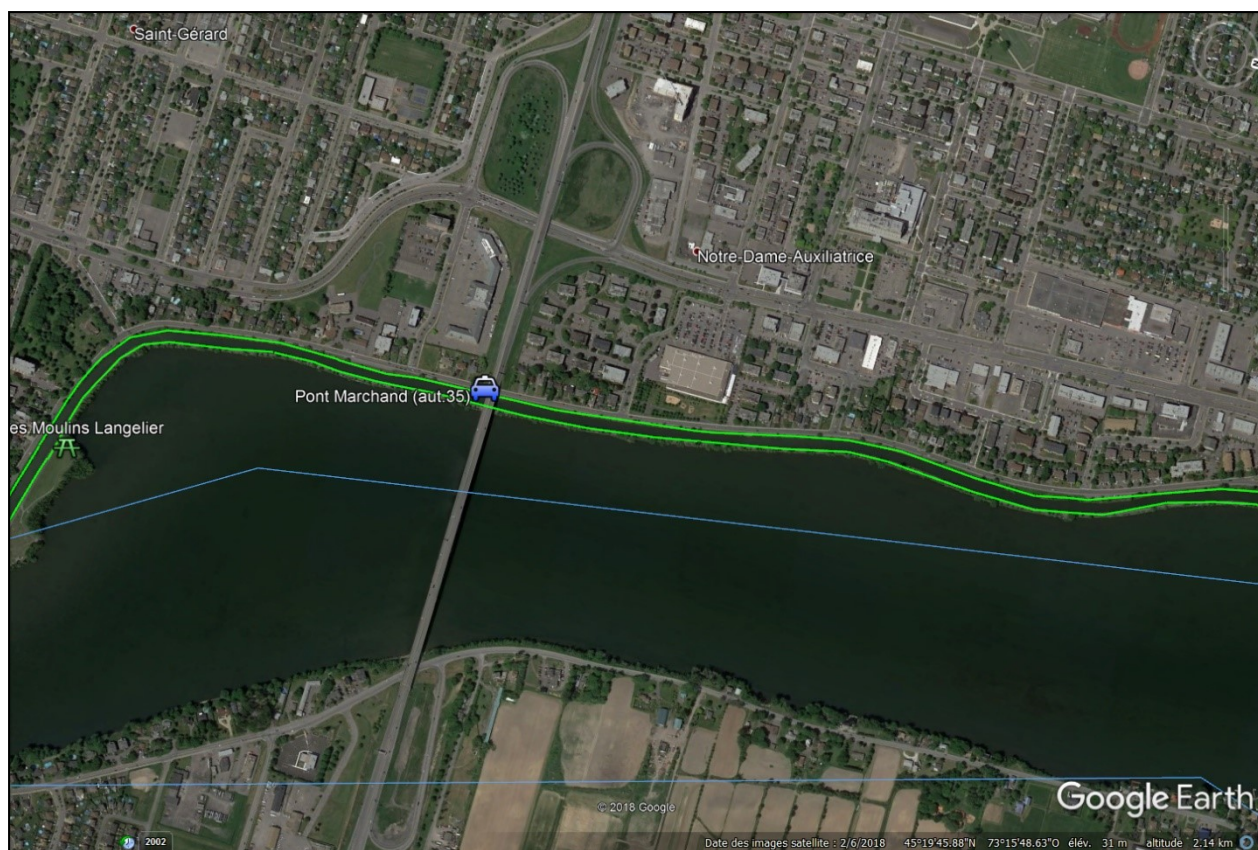


Figure 2 Secteur Vieux Saint-Jean, photo 2

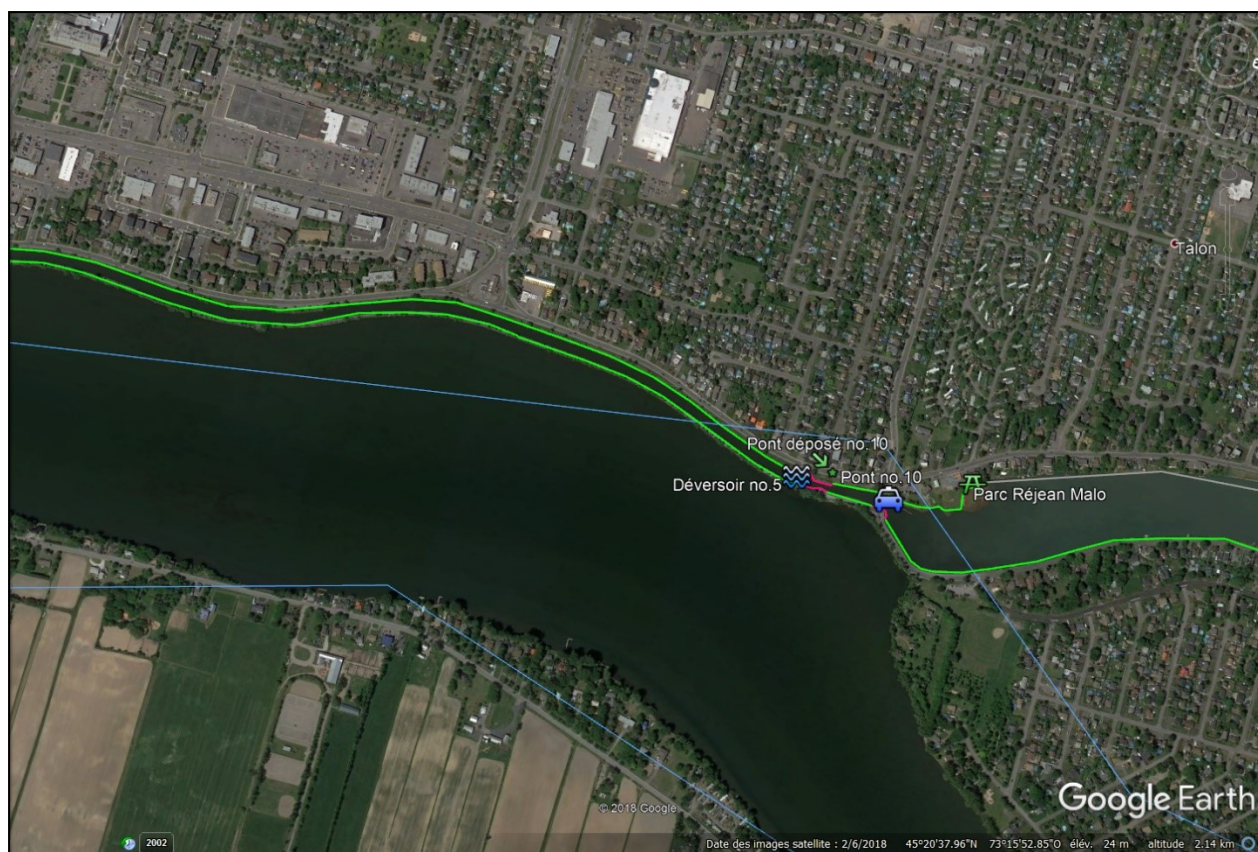


Figure 3 Secteur Vieux Saint-Jean, photo 3

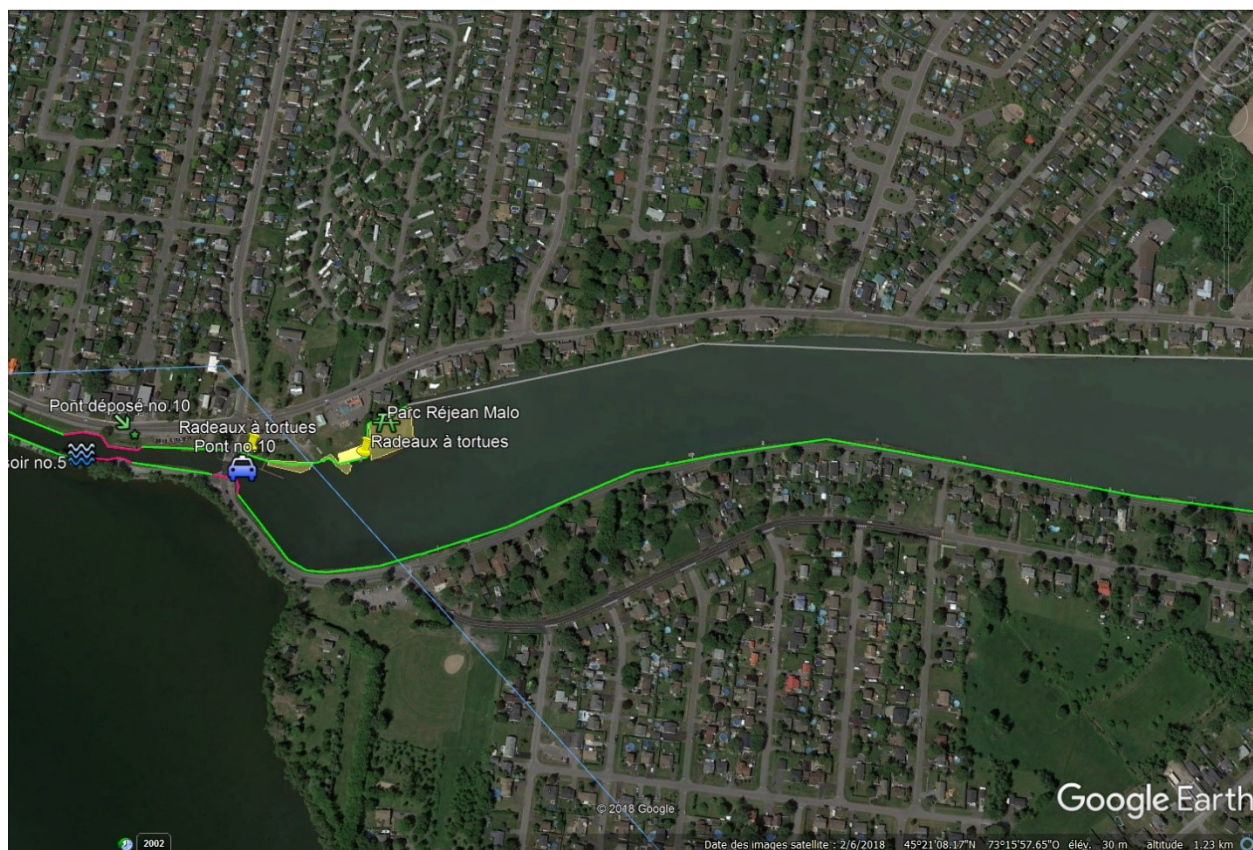


Figure 4 Secteur Île Sainte-Thérèse, photo 1



Figure 5 Secteur Île Sainte-Thérèse, photo 2



Figure 6 Secteur Île Sainte-Thérèse, photo 3



Figure 7 Secteur Île Sainte-Thérèse, photo 4



Figure 8 Secteur Île Fryer, photo 1

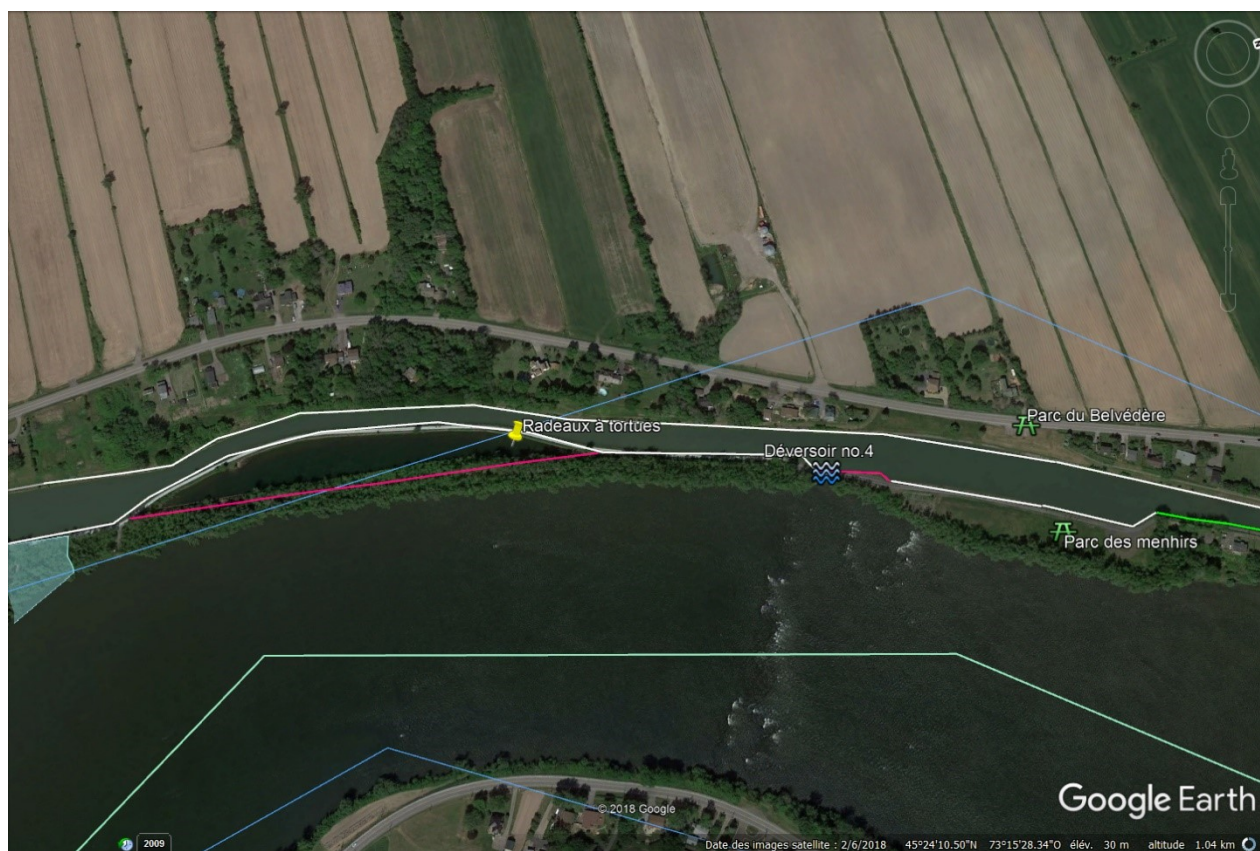


Figure 9 Secteur Carignan, photo 1



Figure 10 Secteur Carignan, photo 2



Figure 11 Secteur Carignan, photo 3

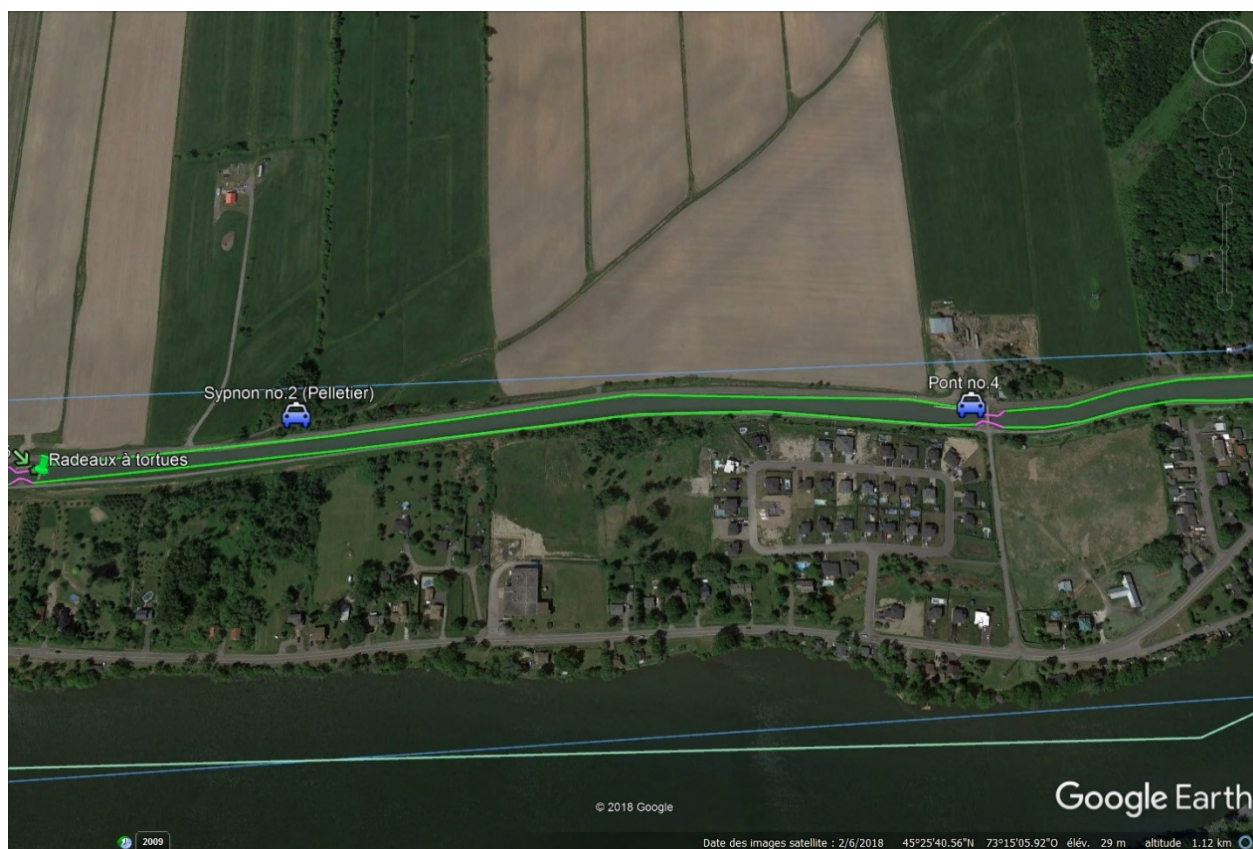


Figure 12 Secteur Carignan, photo 4



Figure 13 Secteur Carignan, photo 5

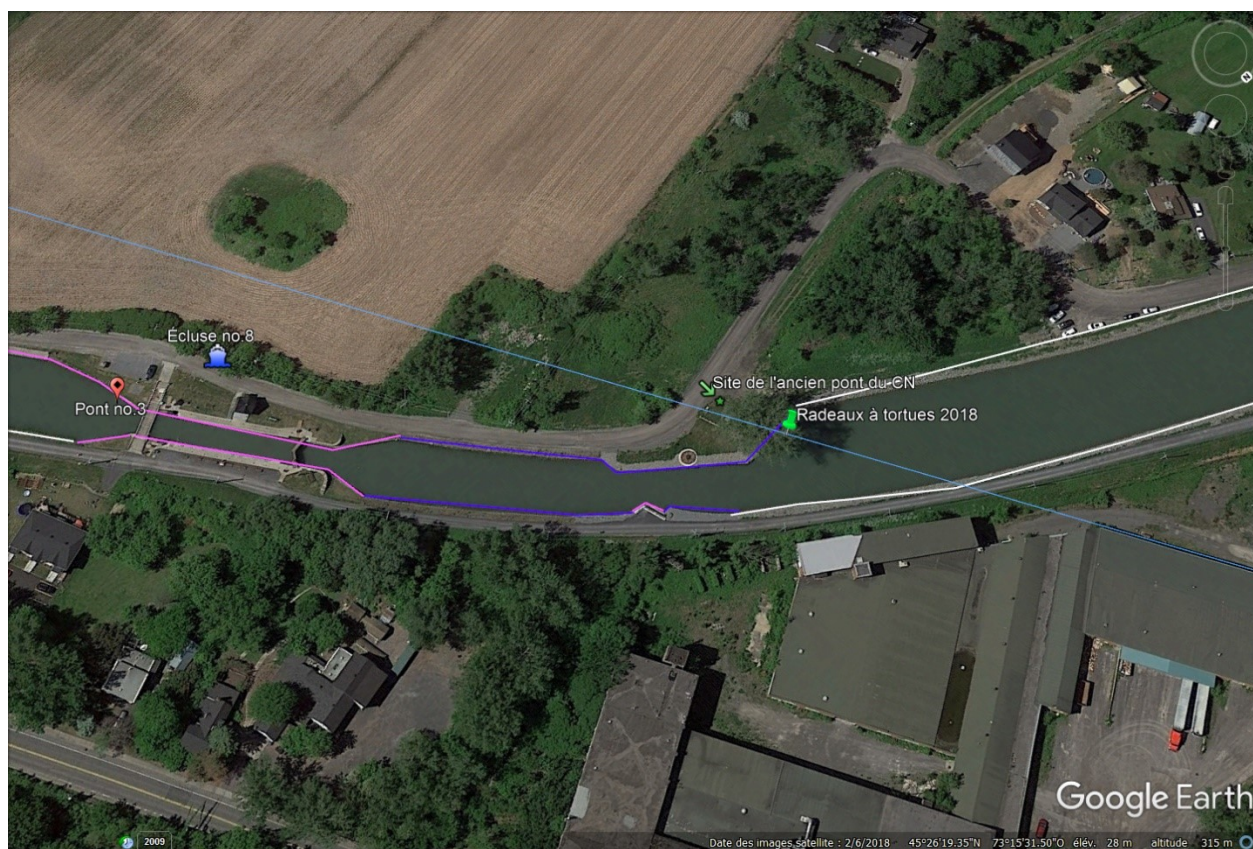


Figure 14 Secteur Chamby, photo 1

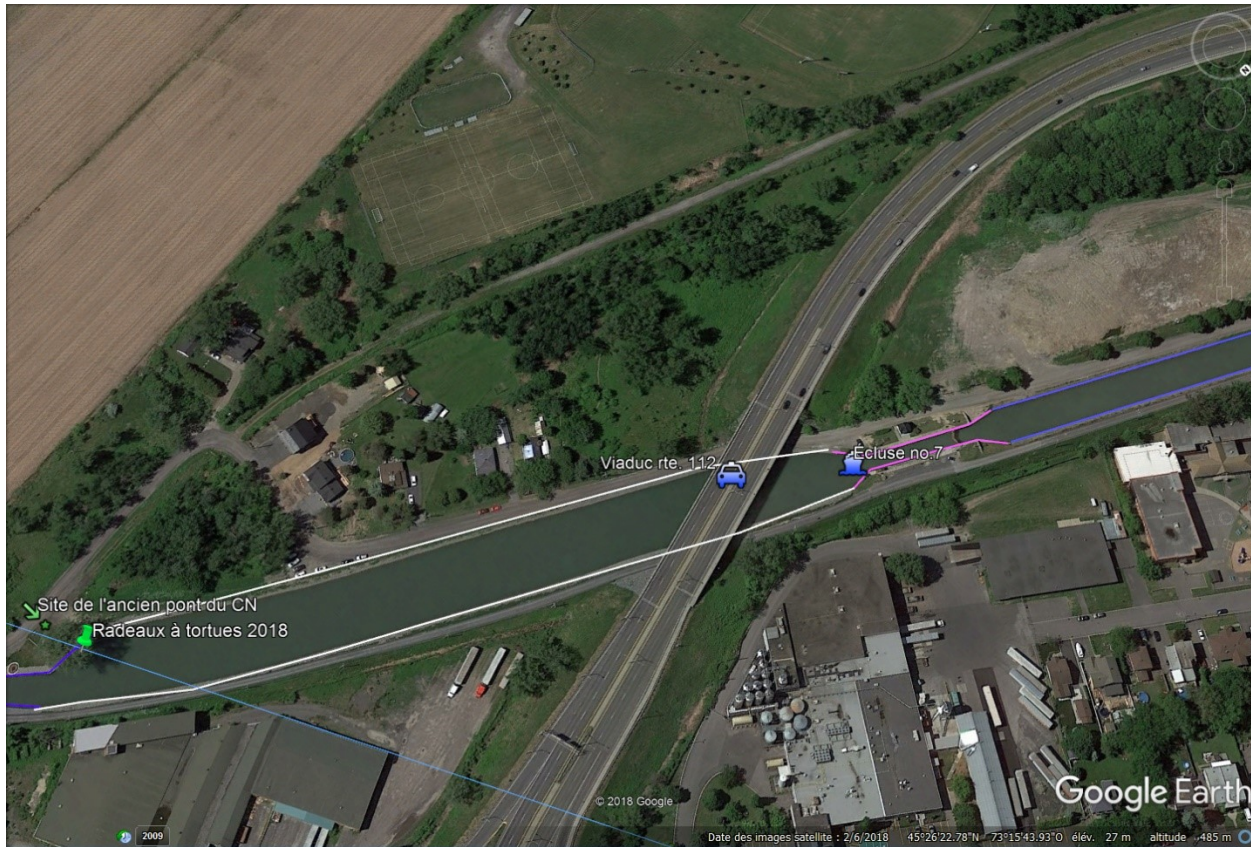


Figure 15 Secteur Chamblé, photo 2

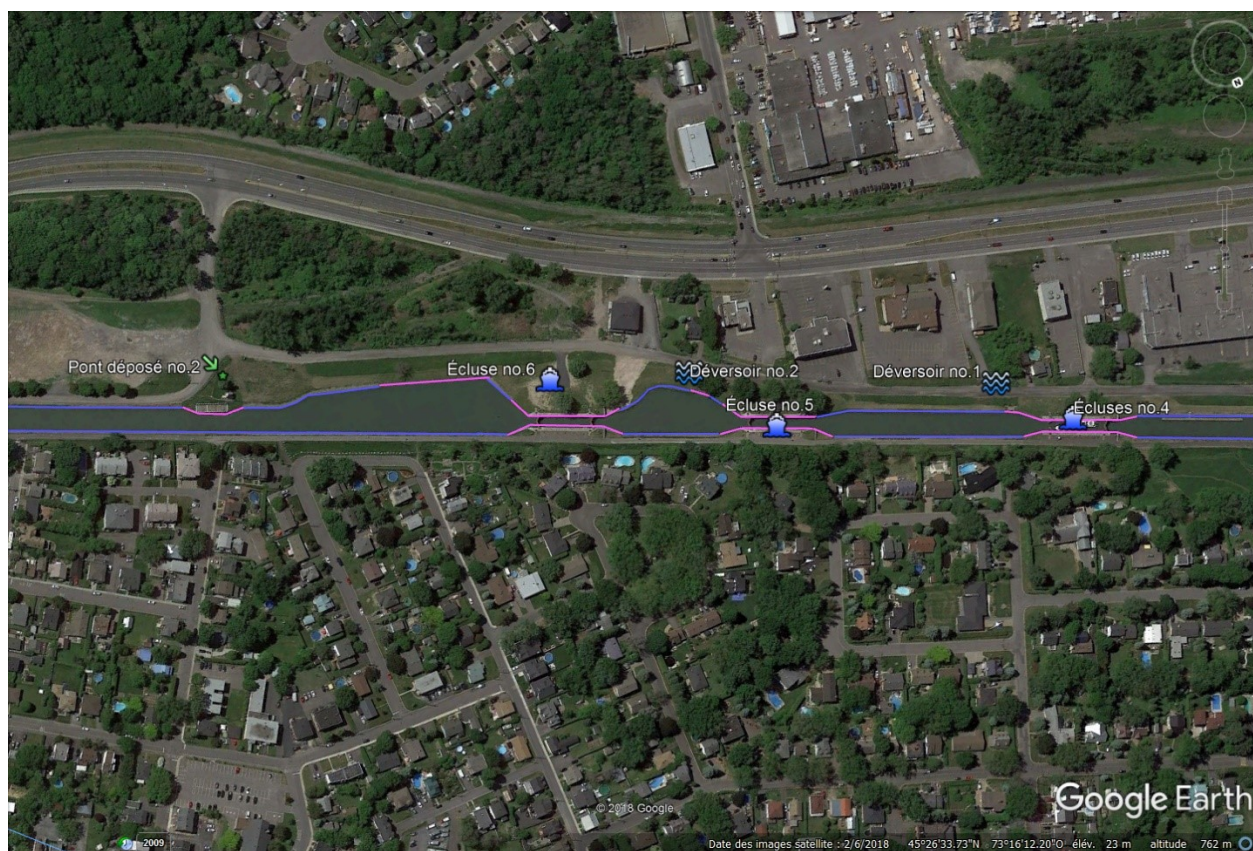


Figure 16 Secteur Chamblé, photo 3

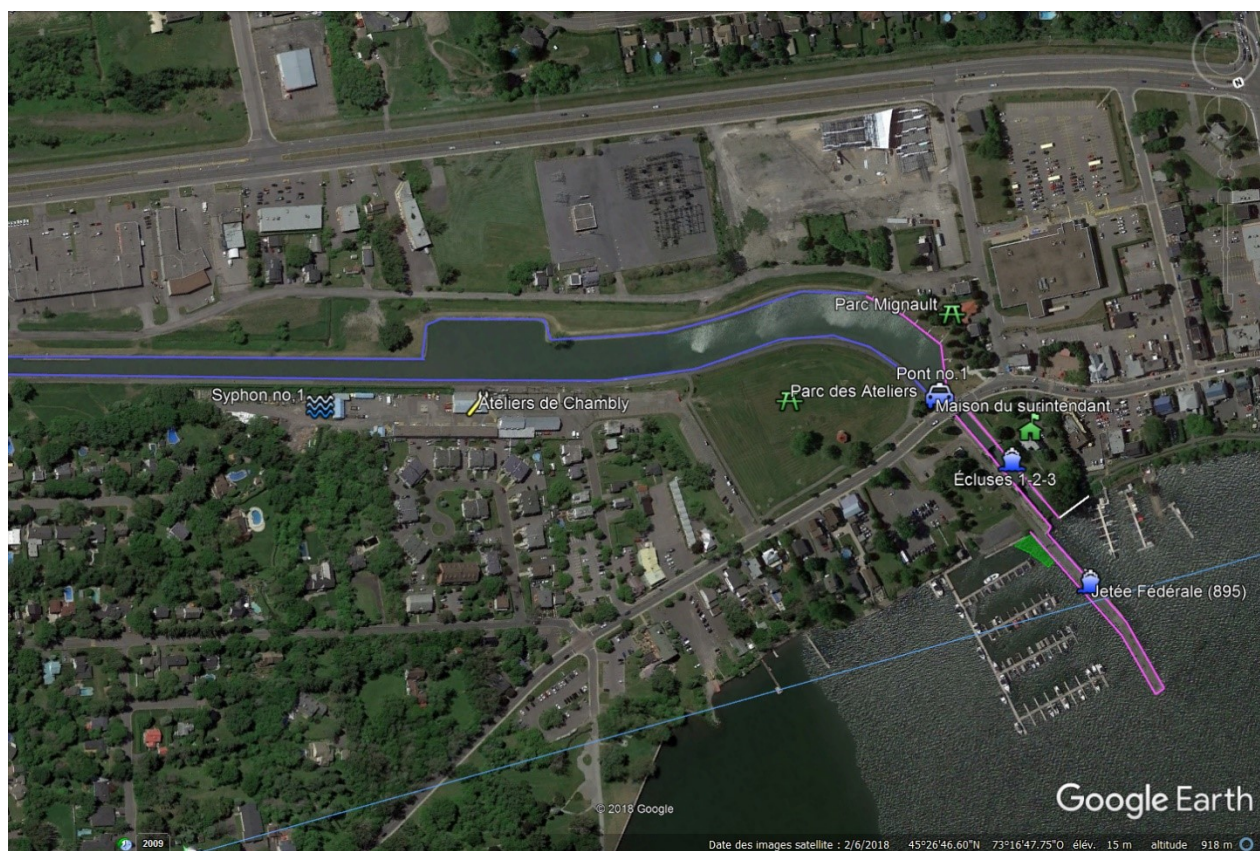


Figure 17 Secteur Chamby, photo 4